Antene Filare Practice

Realizarea antenelor filare simple şi eficiente pentru radioamatori



John D Heys G3BDQ

ANTENE FILARE PRACTICE

MODELE EFICIENTE ÎN UNDE SCURTE
PENTRU RADIOAMATORI



JOHN D. HEYS, G3BDQ

R. S. G. B.

Publicaţie original editată de R. S. G. B. sub ISBN 0900612878

Pe această cale mulţumim pentru permisiunea de a publica această lucrare în limba română.

Traducerea: Lesovici Dumitru - YO4BBH
Consultant: Blujdescu Dumitru - YO3AL



ISBN 973-95041-5-9

®...F.Services SRL...

Editia 2005

CUPRINS




SRR

PREFAŢĂ

Primul meu contact cu lumea antenelor s-a întâmplat când aveam numai 11 ani. Mă jucam cu jucăria primită cadou de Crăciun, o mică bobină de inducţie [numită la noi “bobină Rumkorf”], când accidental am atins una din grătarele de la şemineu. Aparatul de radio era deschis, iar din difuzor a erupt un zgomot neplăcut. Acest lucru, ca şi curiozitatea nativă, a făcut posibilă începutul unei vieţi entuziaste alături de radio amatorism. In 1939, pe când eram la şcoală, am construit o antenă directivă cu polarizare verticală având două elemente cu care câteva veri am încercat să recepţionez pe 56 MHz o staţie de la Mount Snowdon care trasmitea din acel amplasament.

Antenele filare m-au fascinat mereu, iar în toţi anii de la autorizarea mea din 1946 am construit şi experimentat sute de variante. Pe benzile de unde scurte am folosit numai antene filare şi mi-am dat seama că pot fi la fel de eficiente ca multe antene pe trei benzi fabricate de diferite societăţi, dar fără a fi nevoit să folosesc piloni scumpi.

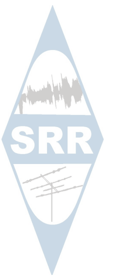
Această carte a fost scrisă de un om care nu are afinităţi de matematician şi ale cărui cunoştinţe nu au necesitat studii superioare. Aceasta, precum se va vedea, permite oricui care trece de examenul de obţinerea certificatului de radioamator, să poată aborda construirea şi ridicarea unei antene descrise şi ilustrată în carte. Veţi găsi date suplimentare pentru a experimenta şi testa diferite variante, pentru alte benzi sau pentru situaţii dificile. Cred că o modalitate mai simplă pentru a înţelege teoriile despre antene nu există, decât a pune pe noii veniţi în rândul nostru, a radioamatorilor, să înveţe cum nişte simple fire pot fi folosite pe gama de unde scurte.

Progresul tehnic din ultimii 20 de ani a făcut ca la construcţiile de “casă” a transceiverelor să devină inexistente. Fabricarea lor este monopolizată de firmele specializate. Rar se mai încumetă cineva azi la construcţii în acest domeniu. Aceasta ne obligă să achiziţionăm una sau mai multe “cutii negre” care se află pe piaţă. Una din puţinele locuri unde se mai poate face ceva cu mâna proprie este cea a construirii antenelor, unde cu câteva kg de fire metalice (sârme), izolatori, un suport ,ce poate fi chiar un copac, este posibil de a pregăti şi ridica o antenă practică şi care radiază eficient.

Vă doresc un câmp plin cu antene bune!

John D Heys, G3BDQ




SRR

Capitolul 1

Dipolii în jumătate de lungime de undă (λ/2)

Dipolii in λ/2 pot fi urmăriţi în timp până la experienţele de succes făcute de Heinrich Hertz în anii 1880. Hertz a inventat un radiator de unde radio alimentat la mijloc; format din două plăci metalice dreptunghiulare separate de un interval pentru scânteiere, care se poate energiza prin descărcarea unui condensator (butelie de Leyda) sau o bobină de inducţie. Dispozitivul de recepţie era o simplă buclă din sârmă care avea de asemenea un mic spaţiu între capete. Această buclă era un circuit acordat care dacă rezona pe frecvenţa „emiţătorului", producea scântei între capete, când se afla aproape şi în acelaşi plan cu cele două plăci radiante.

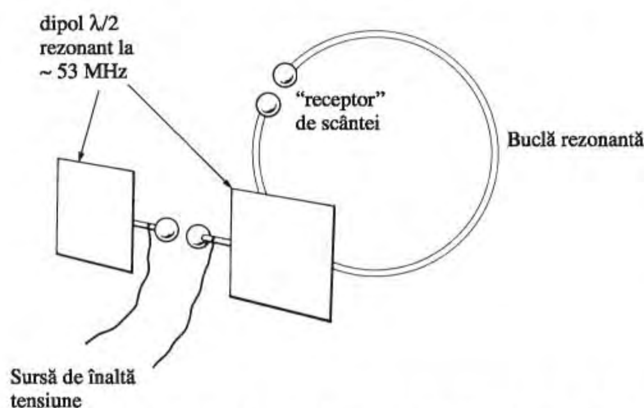


Fig. 1: Schiţă simplificată a emiţătorului şi receptorului lui Hertz. Cu acest aparat Hertz a demonstrat că undele electromagnetice pot fi produse, iar lungimea lor de undă poate fi determinată. El a arătat de asemeni că ele sunt polarizate, refractate şi reflectate. „Emiţătorul" lui era un dipol „încărcat" la capete.

Fig. 1 reprezintă montajul lui Hertz pentru experienţele lui privind undele electromagnetice. Lungimea de undă a transmisiunilor lui era în mare măsură hotărâtă de lungimea „antenei" de emisie şi de suprafaţa plăcilor, care constituiau „încărcări" capacitive la capete. Folosind plăcile metalice lărgimea de bandă se mărea, făcând mai puţin critic acordul buclei de recepţie. Dimensiunile echipamentului lui Hertz corespund unor unde ultrascurte.

Progrese ulterioare de succes în comunicaţiile fără fir realizate de Marconi şi alţii utilizau undele lungi, deci nu este surprinzător că ideea antenei rezonante a lui Hertz nu a mai fost cercetată până în 1920. O antenă în λ/2 era nepractică la lungimi de undă de mii de metri. Antene tip Hertz ar fi fost prea mari chiar şi la lungimea de undă de cca 200m care fusese alocată amatorilor în deceniul 1920. În Anglia erau interzise antenele mai lungi de 30m, ceea ce împiedica dezvoltarea antenelor rezonante Hertz.

Realizările spectaculoase ale amatorilor în iarna 1923-1924 şi după aceea, posibile datorită folosirii unor unde mai scurte (90-100m), au fost urmate rapid de reducerea lungimilor de undă. În noile benzi, de 40 şi 20m alocate amatorilor a început o activitate intensă şi atunci antenele rezonante în λ/2 au devenit practice. Amatorii au abandonat curând antenele multifilare cu contragreutăţi montate la câţiva metri deasupra solului.

Antenele în λ/2 folosite de majoritatea amatorilor în deceniul 1930 erau deseori antene „Zeppelin" alimentate la un capăt sau la centru cu linii paralele, sau cu linii monofilare concepute de Bill Everitt şi John Byrne de la Universitatea Ohio. Ultimul tip de antenă a devenit populară sub numele „Windom", după publicarea ei de radioamatorul american Loren Windom, 8GZ. Alimentarea antenei în λ/2 la centru cu fider de impedanţă mică avea să aştepte crearea unui fider convenabil.

Unii amatori foloseau cablu bifilar răsucit pentru instalaţia de iluminat, departe de a fi satisfăcător datorită izolaţiei de bumbac şi cauciuc, care se degrada rapid. Chiar când era nou şi uscat el avea impedanţa caracteristică de 120 Ω sau mai mult, adaptarea cu dipolul în λ/2 fiind nesatisfăcătoare. De abia în anii de dinaintea celui de-al doilea război mondial a fost disponibil un fider bifilar cu impedanţa de 75 Ω. În acelaşi timp pentru tânăra industrie a televiziunii a apărut cablul ecranat de impedanţă mică, numit în prezent coaxial.

Introducerea fiderilor de joasă impedanţă a permis răspândirea "calului universal de muncă" - dipolul în λ/2. În prezent antena dipol în λ/2 a devenit standardul cu care se compară alte sisteme radiante şi a rămas probabil cea mai eficientă şi simplă antenă monoband, care asigură performanţe bune chiar în situaţii departe de cele ideale.

1.1. Bazele dipolului

Un conductor care rezonează în λ/2 este ceva mai scurt fizic decât λ/2. Energia RF călătoreşte în spaţiu cu viteza luminii, dar de-a lungul conductoarelor viteza este mai mică. La frecvenţe înalte (între 1,8 şi 30 MHz) în conductoare se manifestă efectul pelicular şi majoritatea curentului curge la suprafaţa lor. O antenă practică în λ/2 realizată din sârmă are nevoie de izolatori la capete. Capacitatea dintre capetele dipolului şi suporţii de la capete dă „efectul de capete", chiar dacă suporţii sunt nemetalici. Acest efect încarcă suplimentar, capacitiv, conductorul şi contribuie la scurtarea faţă de lungimea teoretică de λ/2. Lungimea teoretică de λ/2 se poate calcula cu expresia:

L = 150/F(MHz), rezultatul fiind în metri.

Formula este utilizată la calculul distanţei dintre elementele antenelor directive sau de alt tip, dar practic în benzile US se foloseşte o formulă modificată, care ţine cont de efectul de capete [şi de grosimea conductorului] pentru calcularea lungimii reale a antenelor în λ/2. Lungimea fizică a dipolului în λ/2 din sârmă se calculează cu formula:

L = 143/F (MHz), rezultatul fiind în metri.

L.A. Moxon, G6XN, recomandă susţinerea antenelor filare cu corzi de nailon, eliminând izolatorii de la capete. În cartea sa „Antene de Unde Scurte pentru orice amplasament" (publicată de RSGB), Moxon arată că eliminând izolatorii, formula devine:

L = 145,7/F (MHz).

Alt factor care influenţează lungimea de rezonanţă a antenei este diametrul conductorului. Formulele date sunt precise pentru antene filare şi doar în cazul antenelor din ţeavă se folosesc alte formule.

Autorul şi-a restrâns atenţia la antenele realizate din sârmă, şi lungimile lor sunt date în tabelul 1. Sunt date lungimile pentru benzile de amatori de Unde Scurte pentru

ambele cazuri: cu izolatori şi cu corzi de nailon.

Tabelul 1. Lungimile dipolilor în λ/2.

L

Frecvenţa MHz	Cu izolatoare m.	Fără izolatoare m.	"V" întors m.
1,830	78,14	79,61	77,58
3,550	40,28	41,04	
3,650	39,18	39,91	38,82
3,750	38,13	38,85	
7,050	20,28	20,66	19,27
10,100	14,15	14,42	13,45
14,050	10,18	10,37	
14,200	10,07	10,26	9,57
14,350	10,00	10,18	
18,100	7,90	8,04	
21,100	6,77	6,90	6,45
21,300	6,71	6,84	
24,940	5,73	5,84	5,45
28,100	5.08	5,18	4,80
28,500	5,01	5,11	4,87
29,000	4,93	5.02	
29,500	4,84	4,93	4,61
50,100	2,85	2,90	

Aceste dimensiuni pot fi influenţate de condiţiile locale

1.2.Impedanţa

Radioamatorii începători deseori fac confuzie între termenii de „rezistenţă" şi „impedanţă". Deoarece impedanţa este atât de importantă când se discută despre antene, câteva cuvinte despre ea sunt necesare. Rezistenţa, în ohmi, se referă numai la dispozitive neinductive şi necapacitive, deci din metale (sârme) sau carbon, care micşorează curentul în circuit. Se fabrică o mare varietate de rezistenţe care au aceeaşi valoare în curent continuu şi alternativ.

La frecvenţe foarte mari, alţi factori, precum efectul pelicular complică lucrurile, dar în general rezistenţele obişnuite [nebobinate] se comportă la fel în curent alternativ şi cel continuu.

Orice inductanţă sau capacitate se opune curentului alternativ. Rezistenţa lor în curent alternativ se numeşte „reactanţă" şi depinde de valoarea inductanţei sau a capacităţii şi de frecvenţă.

Cu cât frecvenţa este mai înaltă, reactanţa bobinei creşte iar reactanţa condensatorului scade. Combinaţia dintre reactanţă şi rezistenţă se numeşte „impedanţă". Rezistenţele pure nu au componente reactive şi deci impedanţa lor este egală cu valoarea rezistenţei. Într-un circuit care conţine reactanţă inductivă şi reactanţă capacitivă, ele se compensează reciproc, şi atunci când sunt egale are loc „rezonanţa".

Dacă o impedanţă are rezistenţă, inductanţă şi capacitate, iar inductanţa şi capacitatea sunt la rezonanţă, atunci impedanţa devine pur rezistivă. Aceasta este baza acordării antenelor la rezonanţă. Impedanţa se măsoară în ohmi şi o explicare mai detaliată a acestor chestiuni se găseşte în majoritatea manualelor de radioamatori.

1.2. 1. Impedanţele dipolilor

O antenă de emisie în λ/2, aflată la rezonanţă, când este alimentată cu energie, are la capete tensiuni RF mari şi curenţi teoretic zero. Aceasta înseamnă că între capetele dipolului în λ/2, în spaţiul liber, impedanţa este infinită. În practică, există totdeauna ceva scurgeri de curent la capete şi prin izolatori. Aceasta înseamnă că în realitate impedanţa între capetele dipolului este apropiată de 100.000 Ω , valoarea depinzând de grosimea conductoarelor. La distanţa de cca. λ/16 de capete impedanţa este 1000 Ω, iar la centrul dipolului, unde curentul este maxim, iar tensiunea RF este minimă, impedanţa este mică.

Dacă dipolul ar fi realizat din conductor infinit de subţire, impedanţa lui în spaţiul liber ar fi la centru de cca 73 Ω . Astfel de antenă este imposibil de realizat în realitate şi dipolii reali în λ/2 realizaţi din sârmă au la rezonanţă o impedanţă la mijloc apropiată de 65 Ω .

Antenele realizate din ţevi au impedanţe mai mici, între 55-60 Ω . Impedanţele depind şi de înălţimea antenei (vezi Fig.2). Impedanţa mare la capetele dipolului în λ/2 face dificilă alimentarea lui, şi de aceea se preferă întreruperea conductorului la mijloc şi conectarea capetelor interioare la o linie cu impedanţă mică, adaptată. Linia potrivită este bifilară sau coaxială, cu impedanţa caracteristică între 50-75 Ω . Ea se adaptează bine cu dipolul alimentat la centru.

Exact la rezonanţă impedanţa la centrul dipolului în λ/2 este o „rezistenţă" pură. La alte frecvenţe, dipolul prezintă în punctele de alimentare şi o reactanţă inductivă sau capacitivă. Dacă dipolul este mai scurt decât lungimea de rezonanţă, reactanţa este capacitivă, iar dacă este mai lung, reactanţa este inductivă. În ambele cazuri vor fi probleme de adaptare a fiderului de 70 Ω cu dipolul, şi dacă reactanţa este mare, pe fider există RUS mare şi pierderi mari de putere

1.3. Factorul de calitate Q al antenei

La rezonanţă dipolul prezintă o rezistenţă pusă la centru, dar dacă antena este prea lungă sau prea scurtă pentru frecvenţa de lucru, ea prezintă şi o reactanţă. Dipolul în λ/2 prea lung va prezenta o reactanţă inductivă la bornele de alimentare, iar dipolul prea scurt prezintă o reactanţă capacitivă. Reactanţa face mai dificilă alimentarea antenei, sau transferul complet al puterii din fider. Neadaptarea produce de asemenea creşterea RUS peste 1:1, cu atât mai mult cu cât frecvenţa este mai departe de frecvenţa de rezonanţă. Antena în λ/2 este asemănătoare unui circuit oscilant convenţional, la care factorul de calitate, sau de "suprasarcină", este determinat în mare parte de rezistenţa bobinei. Pierderile în condensator sunt în general mici şi nesemnificative pentru influenţarea factorului de calitate. Un circuit acordat cu Q mare are un acord foarte ascuţit (selectivitate), lucru valabil şi la antena cu factor de calitate Q mare.

Folosirea unor sârme subţiri micşorează banda de trecere a dipolului în λ/2, dar nu dramatic. Totuşi, antenele subţiri dimensionate la rezonanţă prezintă un factor de calitate mare. O mică îndepărtare de frecvenţa de rezonanţă, la emisie, duce la creşterea rapidă a reactanţei la bornele de alimentare.

Sârma mai groasă are un Q mai mic, pierderi ohmice mai mici şi dipolul în λ/2 are banda mai largă. Deci este mai bine să se asigure acea grosime care asigură rezistenţa la întindere, la vânt şi săgeata (curbura) antenei. (1)

1.4. Înălţimea dipolului

Înălţimea dipolului orizontal deasupra pământului, exprimată în λ, este importantă (vezi curba impedanţei în funcţie de înălţime în Fig. 2).

La înălţimi mai mici de λ/2 impedanţa scade, la λ/10 fiind numai 25 Ω . Aceasta înseamnă că dipolul alimentat cu fider standard de mică impedanţă va avea o neadaptare considerabilă când este aproape de pământ. O zecime de λ este cca 15 m în 1,8 MHz, la fel de puţin ca înălţimea de cca. 1m în 28 MHz. Astfel se explică de ce dipolii cu înălţime mică au un randament mic în benzile joase.

O antenă orizontală în λ/2 , montată la înălţimea cel puţin λ/2 , deasupra pământului, radiază majoritatea puterii în direcţii perpendiculare pe conductorul antenei. Diagrama ei de directivitate are forma unui tor, sau gogoaşă, având planul în care radiaţia este maximă perpendicular pe axa dipolului (Fig. 3). Puterea scade la jumătate (3 dB) la unghiul ± 40° faţă de maxim, şi foarte mult la unghiuri mai mari.

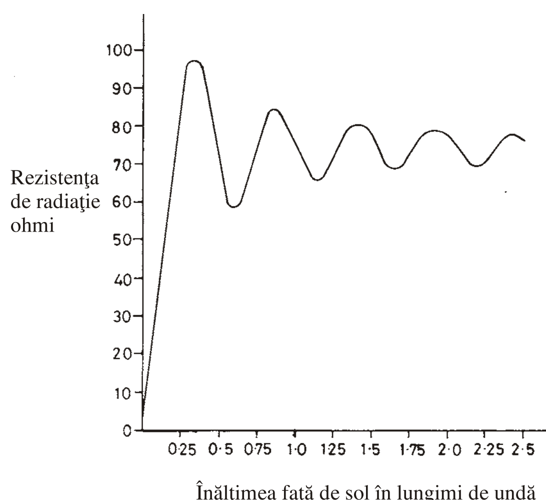


Fig. 2: Rezistenţa de radiaţie a dipolului în λ/2 în funcţie de înălţimea deasupra pământului (După „ARRL Antena Book).

Teoretic radiaţia lipseşte sau este slabă înspre capetele antenei, dar practic există oarece radiaţie la unghiuri mari faţă de orizont, fapt care permite legături la distanţe mici.

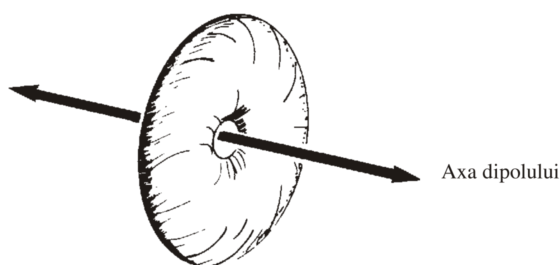


Fig. 3: Reprezentare aproximativă a radiaţiei antenei dipol în λ/2 în spaţiul liber. Antenele reale fiind influenţate de reflexia undelor de pământ, diagramele lor sunt mult modificate.

Diagrama de radiaţie în plan orizontal, la unghiurile de 30° şi 9° faţă de orizont se dau în Fig. 4. pentru dipolul în λ/2 . Diagrama radiaţiei la unghiul de 30°, dipolul fiind la înălţimea de λ/2 , este superioară cu 1-2 grade S [6-12dB] radiaţiei sub unghiuri de 9°, necesare pentru legături DX, şi accentuează faptul că dipolul în λ/2 este o antenă universală, bună pentru lucrul semi-local şi la distanţă.

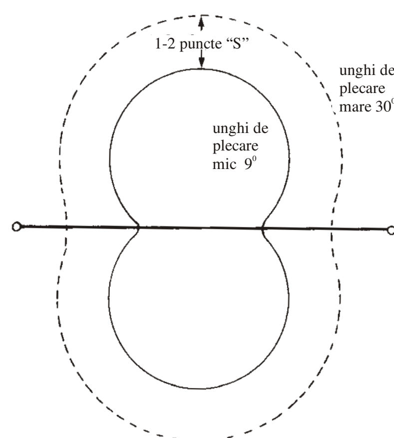


Fig. 4: Diagrama polară orizontală a dipolului în λ/2 la înălţimea de λ/2 deasupra pământului indică o radiaţie considerabilă pe direcţia antenei, la unghiuri mari (30°). Radiaţia la unghi mic este în mare parte perpendiculară pe antenă şi mai slabă cu 5-10 dB faţă de radiaţia la 30°

Radiaţia înspre capetele antenei, la unghi mic, este totuşi mai slabă cu 3-4 puncte S faţă de maximele perpendiculare pe antenă.

De aceea dipolul trebuie orientat perpendicular pe direcţia zonelor preferate, mai ales pentru comunicaţii la mare distanţă.

Când antena se află la înălţime mai mică decât λ/2 , o parte mai mare din putere este radiată la unghiuri mari [în sus]. La înălţimea de λ/4 sau mai mică aproape că nu se poate lucra DX, radiaţia fiind spre cer. Aceasta este convenabil pentru radioamatorii care vor să aibă un semnal puternic în ţară şi la distanţe mici în Europa. Cei care lucrează în reţele „şuetă" în benzile de 3,5 şi 7 MHz, ar trebui să-şi „coboare" dipolii la înălţimea de λ/4 sau mai jos!

Diagramele de radiaţie în plan vertical, ale antenelor orizontale, la diferite înălţimi faţă de pământ, între λ/8 şi 2λ se dau în Fig. 5. În toate cazurile se consideră că antena se află deasupra unui pământ perfect conductor.

1.5. Radiaţia

Un începător care l-a întrebat odată pe autor de ce antena în λ/2 radiază majoritatea puterii care i se aplică, a primit răspunsul că ajungând la capătul fiderului puterea nu avea

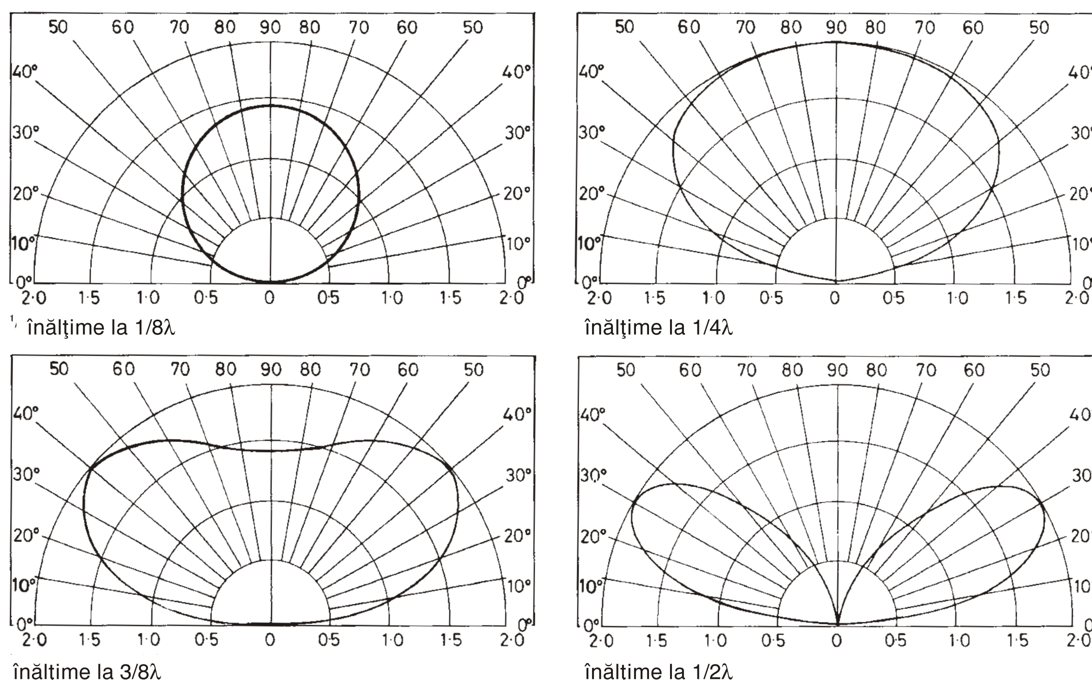
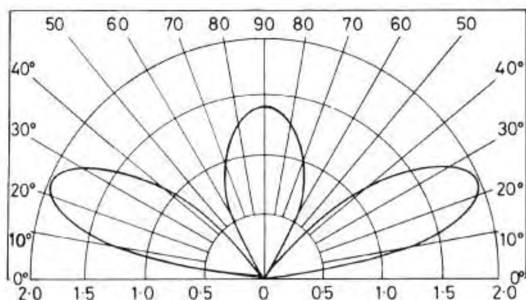
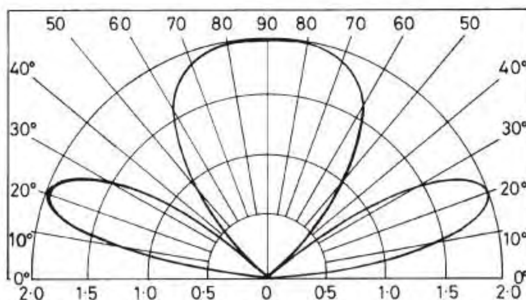




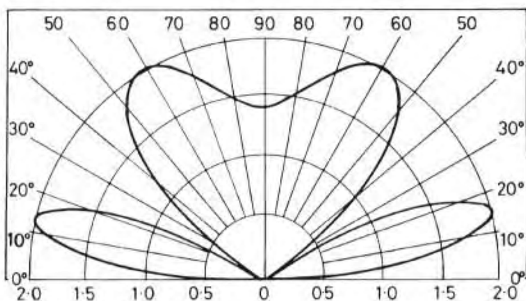
Fig. 5: Diagramele de radiaţie în plan vertical al dipolului orizontal aflat la diferite înălţimi deasupra unui pământ perfect conductor (The ARRL Antena Book).



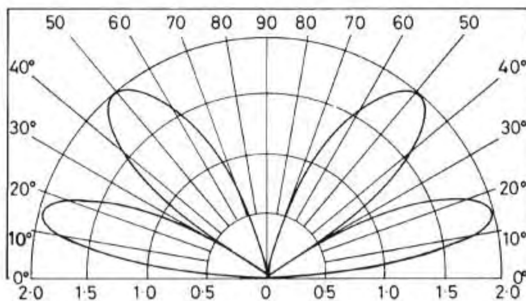
înălţime la 5/8λ



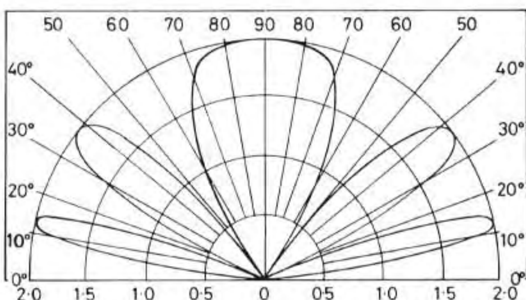
înălţime la 3/4λ



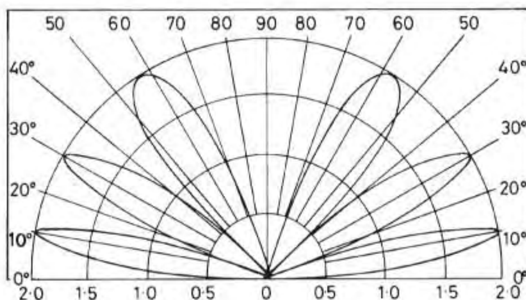
înălţime la 7/8λ



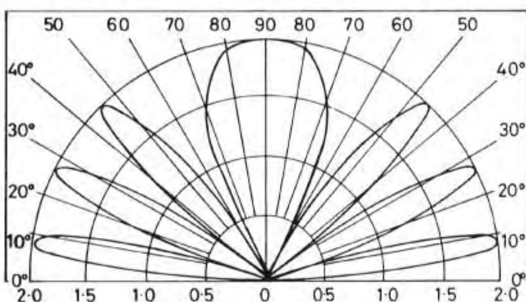
înălţime la 1λ



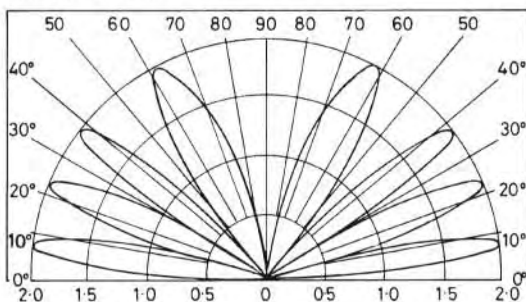
înălţime la 1.25λ



înălţime la 1,5λ



înălţime la 1,75λ



înălţime la 2λ

altă cale. Când se încearcă o explicaţie simplă, nematematică a radiaţiei antenei, de obicei ne gândim la circuitul oscilant paralel (Fig. 6a) format din bobină şi condensator de acord. Când nu este închis într-un ecran, circuitul radiază puţin din energia aplicată lui din emiţător. Totuşi, dacă bobina este o spiră cu diametrul mare, o mare parte din energie este radiată şi circuitul se comportă ca o antenă-buclă. În cazul unei bobine obişnuite, dimensiunile circuitului sunt mici faţă de lungimea de undă şi majoritatea câmpului RF este comprimat în circuitul oscilant.

În anii dinaintea celui de-al doilea război mondial, când în Anglia existau autorizaţii de emisie „cu antenă artificială", mulţi deţinători de asemenea autorizaţii restrictive reuşeau totuşi să facă legături, în ciuda faptului că majoritatea puterii era disipată în rezistenţa circuitului care forma antena artificială. Cu asemenea circuit, neecranat, se pot recepţiona semnale în receptor, deşi sunt foarte atenuate.
Toate conductoarele, inclusiv cele drepte, au o inductanţă şi o capacitate, şi dacă se conectează două conductoare la un circuit oscilant (Fig. 6b), trebuiesc micşorate bobina şi condensatorul pentru a rămâne pe aceeaşi frecvenţă. Radiaţia circuitului este acum mărită. Acest proces se poate continua lungind egal ambele conductoare şi micşorând corespunzător bobina şi condensatorul, până ce rămâne din circuitul oscilant doar două spire pentru cuplajul cu spira care aduce energia, numită link (Fig. 6c).

Acum avem un dipol în λ/2. Această explicaţie simplă a rezonanţei şi radiaţiei antenei poate nu este elegantă, dar explică ce se întâmplă când dipolul în λ/2 este alimentat de o sursă RF.

1.6. O antenă dipol practică

Fără îndoială că cea mai simplă, eficientă şi bună la toate distanţele antenă monoband pentru radioamatori, care lucrează bine fără reglaje sau acorduri dacă este proiectată corect, este dipolul în λ/2.

Lungimea acestei antene se poate calcula sau se ia din tabelul 1 şi poate fi folosită aproape orice tip de sârmă de cupru . Pentru instalaţii permanente şi semi-permanente se

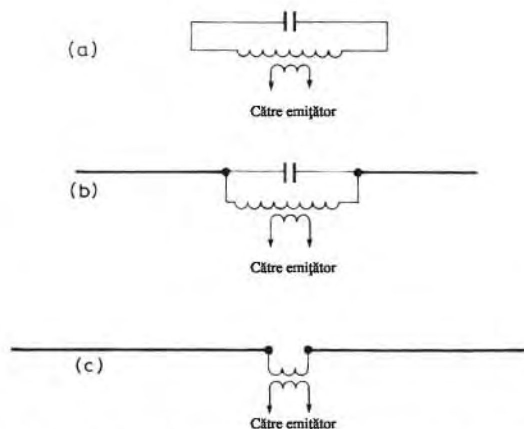


Fig. 6: a) Circuitul acordat paralel simplu cu bobină cu multe spire, care cuplată la ieşirea emițătorului radiază un procent mic de putere. Cu cât dimensiunile circuitului sunt mai mari, raportate la lungimea de undă, puterea RF radiată va fi mai mare. b) Dacă se conectează conductoare scurte, egale, la ambele capete ale circuitului, inductanțele şi capacitățile lor permit micşorarea bobinei şi condensatorului, şi un procent mai mare din puterea aplicată va fi radiată. C) Dacă se lungesc cele două conductoare astfel încât circuitul oscilant să fie eliminat, majoritatea puterii va fi radiată şi avem o antenă în λ/2.

recomandă cuprul tare trefilat ϕ 1,3-1,6mm, iar pentru antene experimentale şi temporare se pot folosi majoritatea tipurilor de conductoare răsucite izolate cu plastic.

Frecvența de rezonanță a antenei realizată astfel se spune că este mai mică cu 3-5% dar autorul nu a constatat acest efect. Micşorarea frecvenței este totuşi observabilă la antene directive din sârmă, în special Quad-uri.

Dacă se folosesc izolatori la capetele antenei, se recomandă ca aceştia să fie din sticlă Pyrex, în număr mai mare dacă pilonii de susținere sunt din metal. Corzile de Nailon sau Terylen se leagă direct de capetele antenei, cu nod, şi constructorul trebuie să-şi imagineze modificarea lungimii de rezonanță produsă de izolatori (vezi tabelul 1) şi să taie dipolul mai lung decât în cazul folosirii izolatorilor obişnuiți. Corzile de peste 2 m, din nailon prezintă scurgeri foarte mici de curent chiar şi pe timp umed.

Deşi razele ultraviolete ale Soarelui degradează firele sintetice, autorul a folosit mulți ani corzi din nailon fără înrăutățiri vizibile.

Dacă se folosesc izolatori, la lungimea antenei se adaugă şi porțiunile care trec prin izolatori (Fig. 7). Deşi sunt mici, ele contează la frecvențe mai înalte, şi foarte puțin la 3,5 MHz.

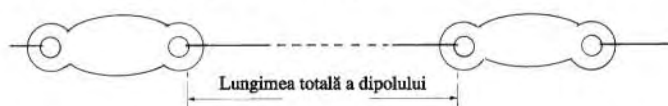


Fig. 7: Lungimea totală a antenei include porțiunile din izolatori. Deşi sunt mici, ele pot dezacorda antena în 21 sau 28 MHz.

Dacă se înnădeşte conductorul antenei, acesta va fi cositorit şi bandajat sau protejat de umiditate. Evitați înnădirile la centrul dipolului, unde curentul RF este mare şi orice pierderi ohmice reduc puterea radiată. Experiența arată că conductoarele răsucite dar necositorite sunt acceptabile la capetele antenei, unde impedanța este mare [şi curenții sunt mici].

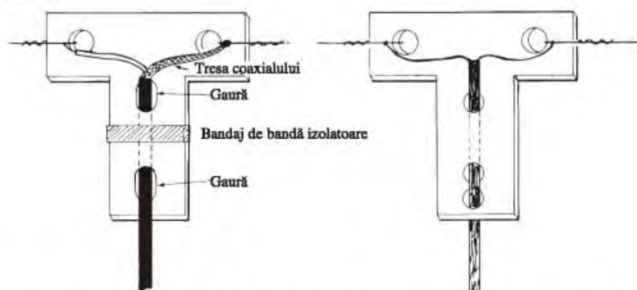


Fig. 8: Piesa în formă de T din material izolant folosită la centrul antenei

La mijloc dipolul este întrerupt şi aici trebuie introdus un izolator. În acest punct tensiunea RF şi impedanța este mică, de aceea izolația nu trebuie să fie foarte mare. Nu este nevoie de izolatori scumpi din ceramică sau sticlă şi se pot folosi materiale izolante ca Perspex, acetat etc. Piesa izolantă din centrul dipolului are formă de T sau Y (Fig. 8) astfel încât capătul fiderului să poată fi fixat de ea.

Coaxialul, fiind mai greu, trebuie fixat mai puternic decât cablul bifilar de 72 Ω. Se poate folosi aproape orice material izolator şi impermeabil la apă. Conexiunile fiderului cu antena se cositoresc şi nu trebuie să sufere tracțiuni.

Indiferent dacă fiderul este bifilar de 72 Ω sau coaxial, conexiunea lui cu antena nu trebuie să suporte întinderi. Toate antenele se leagănă chiar şi pe timp relativ calm care „oboseşte" metalul şi întrerupe fiderul sus, unde nu poate fi observat. În Fig. 8 sunt sugerate metode de fixare pentru ambele tipuri de fideri. Fiderul trebuie să coboare vertical cel puțin pe o lungime λ/4, după care poate fi îndoit pe direcția casei sau stației, evitând traseul pe sub sau paralel cu antena. Dacă fiderul este paralel cu o latură a dipolului, va crea disimetria şi o impedanță mai mică a lui. O aranjare utilă şi îngrijită a fiderului coaxial este coborârea lui vertical până la pământ şi îngroparea lui pe traseul spre stație. Cablul bifilar neecranat nu se îngroapă deoarece i se modifică impedanța caracteristică şi creşte RUS. Cablul bifilar este totuşi mai puțin afectat de umezeală decât unele linii bifilare de 300 Ω, deoarece majoritatea câmpului electric este concentrat în polietilena neagră, izolatoare. [distanța dintre conductoare fiind mică]. Culoarea neagră reduce degradarea plasticului de către razele ultraviolete, deci evitați cablele cu izolație de culoare deschisă sau transparentă.

Când se alimentează dipolul cu cablu coaxial este nevoie de o atenție suplimentară la conectarea lui la antenă. Cămaşa exterioară trebuie crestată cca 10 cm şi chiar deasupra capătului cel nou al cămăşii se face o gaură în tresă [prin îndepărtarea lițelor] Fig. 8. Conductorul central izolat se scoate afară prin gaură. Astfel capătul tresei (codița) rămâne întreg şi este puțin probabil să se depărteze sau să slăbească, mai ales dacă este cositorit. Fiderii se cositoresc la antenă şi apoi conexiunile se bandajează sau se protejează contra apei. Unii radioamatori care critică alimentarea dipolului direct cu coaxial recomandă folosirea balunului 1:1 în punctul de alimentare. Deşi alimentând direct cu coaxial se desimetrizează sistemul, în practică el funcționează bine.

Este totuşi foarte important ca orice fider coaxial să coboare vertical [perpendicular] pe antenă şi în continuare să meargă pe sau sub pământ. Argumentele împotriva folosirii coaxialului sunt următoarele:

În tresa cablului se pot induce curenții de radiofrecvență
Tresa cablului poate să radieze. Are o sensibilitate mai mare la obiecte vecine ca: piloni, linii telefonice şi alte linii aeriene, clădiri sau copaci. Pierderile pot fi mari dacă coaxialul este degradat, cu coroziuni interioare. Coaxialul este greu, trage de antenă mărind tracțiunea în fir.

Pot apărea uneori probleme TVI.

Cablul bifilar este şi el afectat de intemperii, tipul cel mai bun fiind acela cu conductoare emailate. Folosind cablu bifilar de cca 72 Ω(2), este obligatorie folosirea unui transmatch pentru adaptarea cu majoritatea transceiverelor moderne. Acest tip de fider dă mai puține probleme TVI şi este foarte uşor. El se găseşte mai greu şi la comandă costă aproape cât cablul coaxial. Pierderile în linia bifilară şi în coaxialul de bună calitate sunt neglijabile până la 30 MHz, pentru o lungime de 30 m. Pierderile în cable bifilare sunt similare celor din coaxiale de calitate. Protejarea la umezeală, în specială a cablelor coaxiale, este foarte importantă. Unii folosesc mufe PL-259 şi SO-239 la centrul dipolului, care nu sunt protejate la apă şi măresc greutatea cablului, antena devenind un V. După cositorirea cablului coaxial sau bifilar la antenă, el trebuie bandajat gros la capete cu bandă adezivă sau alt material. Probabil materialul cel mai bun este cauciucul siliconic. Autorul preferă materialul necolorat şi acoperă cu grijă conexiunile, având grijă să nu

apară micile găuri produse de bulele de aer.

Când nu sunt restricţii de amplasare a antenei, şi ea este unică, este mai bine să aibă direcţia Nord-Sud. Astfel vor fi acoperite majoritatea ţărilor, spre Nordul şi Sudul Angliei populaţia fiind redusă. Doi poli perpendiculari ar fi ideal, unul pe direcţia NV-SE şi altul NE-SV. Examinând harta „circulară" a lumii [azimutală]* se aleg direcţiile optime pentru acoperirea întregii lumi [sau anumitor zone]. Dipolul în λ/2 pentru 7 MHz are avantajul că poate fi folosit şi în banda de 21MHz ca antenă în 3λ/2 alimentată la centru. Dar are altă diagramă de radiaţie şi câştig puţin mai mare pe direcţiile de radiaţie maximă, faţă de un dipol în λ/2 tăiat pentru 21MHz.

* vezi "Ghidul radioamatorului" editat de YO3JW

1.7. Adaptarea

Mai sus s-a menţionat folosirea transmatch-lui când se foloseşte fiderul bifilar. După părerea autorului transmatch-ul trebuie folosit întotdeauna, indiferent ce tip de antenă şi fider se foloseşte. El face numai bine, şi constituie un circuit acordat suplimentar, la emisie şi recepţie, care măreşte selectivitatea, reduce intermodulaţia produsă de semnalele puternice cu frecvenţă apropiată şi, cel mai important, elimină radiaţia pe armonici şi frecvenţe parazite.

Transceiverele moderne cu tranzistoare se pot defecta dacă lucrează pe impedanţe de sarcină nu mult diferite de cea nominală, de 50 Ω.

Unele variante îşi reduc automat puterea la ieşire dacă neadaptarea este 3:1 sau chiar mai mică. Folosind transmatch-ul se pot evita aceste probleme, în special când un dipol este folosit departe de frecvenţa lui de rezonanţă, unde nu se adaptează bine cu fiderul. Aceste dezadaptări sunt inevitabile şi produc pierderi de putere, dar transmatch-ul oferă transceiverului impedanţa optimă, în ciuda neadaptării.

Transmatch-ul trebuie folosit împreună cu un RUS-metru (reflectometru), care dacă ar fi montat între ieşirea transmatch-ului şi fider, ar indica RUS pe fider, produs de neadaptarea antenă-fider în afara frecvenţei de rezonanţă a antenei. Chiar şi la frecvenţa de rezonanţă a antenei, RUS nu este exact 1, deoarece dipolul nu are exact 50 sau 75 Ω, cât este impedanţa caracteristică a coaxialului. Impedanţa dipolului depinde de înălţimea lui, tipul solului, obiectele vecine etc.

Mulţi radioamatori începători sunt îngrijoraţi nejustificat di cauza RUS din fider. Trebuie amintit că pe vremuri s-a lucrat cu succes fără să existe RUS-metre! Pierderile în fider se dublează doar când RUS ajunge 3,7:1 şi este improbabilă o asemenea dezadaptare chiar dacă dipolul este rău dimensionat şi poziţionat. Dacă RUS este între 1:1 şi 1,5:1, pierderile datorită neadaptării sunt neglijabile. La RUS atât de mic, pierderile totale în linie constă din atenuarea fiderului înmulţită cu 1,1!

Înainte de a părăsi tema RUS în fideri trebuie accentuat că fiderul conectat la antena dipol în λ/2 poate avea orice lungime dacă impedanţa lui caracteristică este egală cu impedanţa la centrul antenei. Dacă lungirea sau scurtarea fiderului modifică mult RUS, înseamnă că există o neadaptare mare între antenă şi fider. Unele articole simplificatoare din revistele pentru amatorii de CB [Citizen Band] recomandă ajustarea lungimii fiderului pentru a obţine RUS apropiat de 1!

1.8. Mărirea lărgimii de bandă a dipolului

După cum s-a arătat, un dipol în λ/2 cu Q mic are o bandă de trecere mai largă decât unul cu Q mare, realizat din conductor foarte subţire. O metodă de a acoperi toată banda (de 3,5 MHz în special) este folosirea unui conductor foarte gros pentru antenă. Pentru aceasta se pot pune în paralel 2-3 conductoare, dar mai eficientă este dispunerea lor în evantai (vezi Fig. 9), ceea ce asigură RUS mic în benzile cu frecvenţe joase. La frecvenţe mai înalte, orice conductor normal va fi relativ mai gros, comparativ cu lungimea de undă şi deci factorul Q al antenei va fi mai mic. Cu toate acestea, cei care lucrează în CW la începutul benzii de 28 MHz şi FM sau recepţie sateliţi peste 29 MHz, au nevoie de o antenă de bandă largă.

Antena cu lungimea de λ/2 la 29 MHz este aproape cu 38 cm mai scurtă decât pe 28 MHz, diferenţa fiind cca 6%. Conductoarele exterioare ale antenei dispuse în evantai sunt ceva mai scurte decât conductorul central, ele rezonând la frecvenţele înalte ale benzii iar conductorul lung - la frecvenţele joase. Aranjamentul poate fi desigur schimbat, conductorul scurt fiind între două mai lungi, sau tăind 3 lungimi diferite - pentru frecvenţe joase, medii şi înalte din bandă. Distanţa dintre conductoare este de cca 1m, capătul fiecăruia fiind fixat separat, sau la o traversă comună, folosind izolatori. Lungimea conductoarelor se ia din tabelul 1.

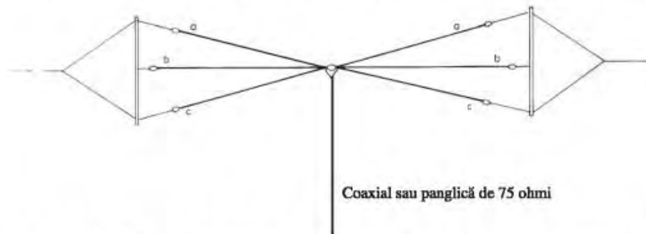


Fig. 9: Construcţia unui dipol în evantai. Dipolii a, b şi c, rezonează la începutul, mijlocul şi sfârşitul benzii, acoperind toată banda de 3,5 MHz. Dipolul care rezonează la începutul benzii de 3,5 MHz este cu 2,13 m mai lung la capătul benzii. În benzile cu frecvenţe mai înalte, care sunt relativ mai înguste, un singur dipol tăiat pe frecvenţa centrală este suficient.

1.9. Dipoli înclinaţi

Dipolii în λ/2 orizontali necesită doi piloni şi nu e posibil întotdeauna să se asigure aceasta într-un spaţiu restrâns. În aceste situaţii, un singur pilon, preferabil nemetalic, sau un punct înalt al clădirii este suficient, antena fiind montată înclinat faţă de pământ sub un unghi de 45-60° (Fig. 10). Dipolul în λ/2 înclinat trebuie să aibă capătul de jos la înălţimea de minim λ/6, iar fiderul trebuie să fie perpendicular pe antenă pe o lungime de cel puţin λ/4. Dacă fiderul este coaxial, tresa se conectează la latura de jos a dipolului, pentru a ajuta la alimentarea simetrică.

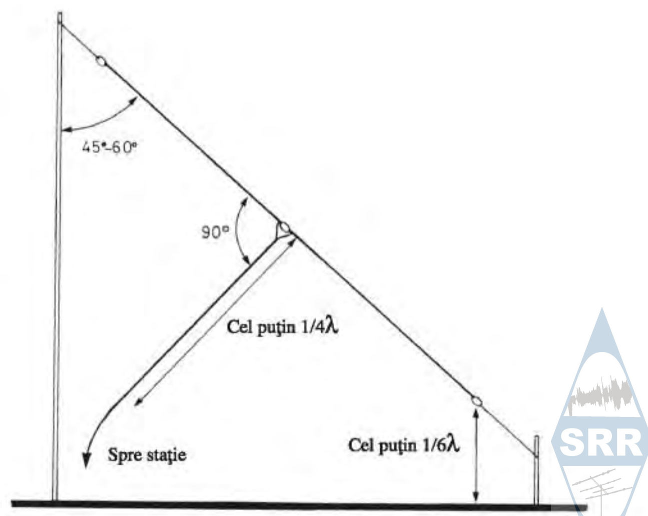


Fig. 10: Dipolul în λ/2 înclinat poate fi montat într-un spaţiu mic şi este util la lucrul DX. Majoritatea radiaţiei lui la unghi mic este înspre capătul de jos al antenei, dar există şi radiaţie considerabilă la unghiuri mari în alte direcţii. Fiderul trebuie să facă unghi drept cu antena pe o lungime de cel puţin λ/4. Dacă e posibil, pilonul să nu fie metalic, iar când este metalic, lungimea lui să nu se apropie de λ/2 pe frecvenţa de lucru.

Performanţele dipolului înclinat diferă de cele ale dipolului orizontal, şi cel înclinat poate fi bun la DX. Dipolul înclinat are radiaţie polarizată înclinat, componentele cu polarizare verticală şi orizontală depinzând de mărimea înclinării.

Unghiul mai mic de radiaţie faţă de orizont este un câştig faţă de dipolul orizontal, la lucrul DX. Unii utilizatori declară un câştig de 3-6 dB, alţii dau valori mai mici. Aceasta este comparabil cu dipolul în banda cea mai joasă! Câştigul este dificil de obţinut în benzile joase cu alte mijloace şi pentru majoritatea radioamatorilor antenele directive tip Yagi cu multe elemente ies din discuţie.

Există ceva radiaţie la unghiuri mari de la unele părţi ale dipolului înclinat, dar o foarte mică radiaţie de la capătul cel înalt. O diagramă a radiaţiei în plan orizontal seamănă cu o inimă cu un nul între doi lobi. Nulul corespunde cu capătul cel înalt al dipolului înclinat.

Dezavantajul este că lucrul la DX este posibil doar într-o direcţie, dar se poate rezolva montând 3 sau 4 dipoli înclinaţi la acelaşi pilon, cu fiderii comutaţi. Există scheme care folosesc dipolii neutilizaţi ca reflectori pentru a mări câştigul şi raportul F/S, dar ajustarea lor este complicată şi depăşeşte scopul acestor pagini.

1.10. Dipoli verticali

Dipolul în λ/2 montat vertical radiază semnale polarizate vertical, în toate direcţiile, şi mare parte din radiaţie este la unghiuri mici, favorabile lucrului la DX. Centrul antenei trebuie să fie la cel puţin 0,45λ înălţime faţă de pământ, din păcate, dacă se doreşte o impedanţă de cca 70 Ω. Este mai convenabilă o antenă verticală în λ/4, care are punctul de alimentare la nivelul pământului.

Antenele verticale în λ/2 sunt rar folosite de amatori, deşi devin convenabile în banda de 28MHz şi pot fi suspendate de sârmele sau ancorele existente. Fiderul dipolului vertical trebuie să fie perpendicular pe antenă, ceea ce creează probleme. Antena nu poate fi alături de un pilon metalic, care deranjează funcţionarea. Experienţele autorului cu dipoli verticali suspendaţi au arătat că antenele Ground Plane în λ/4 sunt mai eficiente, astfel că antena verticală în λ/2 nu este recomandată.

1.11. Dipoli V întors monoband şi multiband

Radiaţia maximă, la orice antenă, provine din porţiunea ei parcursă de curent mare, care la dipolul în λ/2 este în centru. Dipolul orizontal din sârmă are întotdeauna o săgeată [„burtă"] la mijloc, mai mare dacă fiderul este coaxial, ceea ce reduce înălţimea efectivă a antenei. Pilonii mai înalţi nu rezolvă problema. Totuşi, dacă se poate înălţa centrul dipolului, acesta luând forma de V întors, porţiunea parcursă de curent maxim se va afla mai sus faţă de obiectele din jur, care o ecranează.

Deseori se poate instala un pilon destul de înalt în centrul proprietăţii, unde este dificil să se instaleze doi piloni cu ancorele lor.

Dacă staţia se află aproape de pilonul unic, fiderul antenei V întors are traseul optim. Un pilon montat pe acoperiş sau lângă coşul de fum poate susţine centrul antenei V întors, laturile ei coborând pe lângă clădire sau cabană.

Antena V întors are radiaţia maximă perpendicular pe planul conductoarelor, dar din experienţa autorului nu există nuluri pronunţate la capetele antenei, ca la dipolul orizontal liniar. Radiaţia transversală pe antenă este la unghiuri mici, bună pentru lucrul DX.

Antena V întors are o reputaţie excelentă pentru lucrul DX în benzile de frecvenţe joase, unde nu se pot instala antene verticale sau dipoli orizontali de înălţime mare. Există totuşi anumite condiţii pe care trebuie să le îndeplinească această antenă. Unghiul dintre laturi trebuie să fie peste 90°, de preferat 120° sau mai mult. Acest unghi hotărăşte înălţimea vârfului antenei şi lungimea terenului necesar instalării. Pentru banda de 3,5 MHz suportul trebuie să aibe înălţimea de minim 14 m şi un teren cu lungimea de cca 34 m. Dipolul orizontal are nevoie de un teren cu lungimea de 40 m şi mai mult, ţinând cont de ancorele pilonilor. În portabil, pentru o antenă V întors în 14 MHz, este nevoie de un pilon de numai 5 m.

Înclinarea laturilor dipolului îi micşorează frecvenţa de rezonanţă şi el trebuie scurtat cu cca 5%. Cauza este apropierea capetelor dipolului între ele, şi de pământ, care îi măreşte capacitatea proprie, şi inductanţa proprie, antena fiind aproape o jumătate de spiră. Lungimile dipolilor V întors pentru benzile de radioamatori se dau în Tabelul 1

[bazat pe formula: L=136/F MHz]

O altă consecinţă a înclinării laturilor este modificarea impedanţei antenei, care scade de la 65 Ω la 50 Ω. Aceasta însă este ideală pentru adaptarea cu coaxialul de 50 Ω. Antena V întors are un Q mai mare decât dipolul clasic, deci o bandă de trecere mai îngustă.

Capetele antenei V întors nu trebuie să se apropie la mai puţin de 3 m de pământ, chiar şi în benzile superioare, tensiunea RF acolo fiind mare şi periculoasă pentru oameni şi animale. Deşi nu este mortal, şocul şi arsura RF sunt periculoase şi probabil că o companie de asigurări nu agreează astfel de accident.

Se recomandă alimentarea antenei V întors cu coaxial, chiar din cel gros cu pierderi mici, care va fi susţinut de pilon. Fiderul nu trebuie să tragă de punctele de conexiune cositorite la antenă. Autorul a folosit un pilon din bucăţi de bambus, cu înălţimea de 8 m pentru a susţine un V întors pentru 7 MHz şi coaxialul tip TV, de alimentare. Nu s-a folosit balun la nici o antenă V întors. Se poate folosi cablu bifilar de 72 Ω în locul coaxialului, dar este nevoie atunci de transmatch. Instalarea unei antene V întors se vede în Fig. 11.

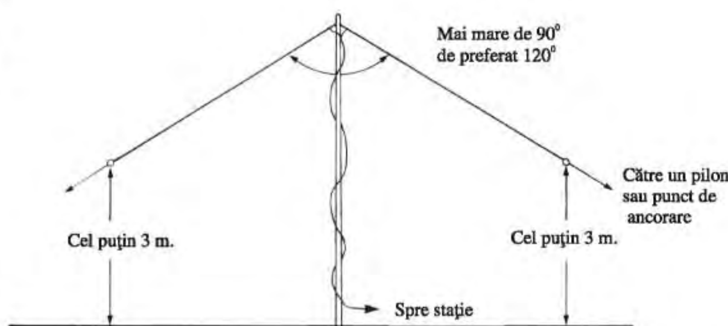


Fig. 11: Dipolul în λ/2 montat ca V întors, cu unghi de 120° între laturi. Acest unghi nu trebuie să fie mai mic de 90°. Pilonul susţine porţiunea cu curent mare a dipolului la înălţimea maximă, susţine antena şi fiderul. Antena V invers este bună pentru lucrul la DX şi dă rezultate bune în banda de 3,5 MHz dacă pilonul are cca. 14 m înălţime.

1.12. Dipoli multiband

Toţi dipolii discutaţi până acum sunt monoband, însă antena V întors poate lucra şi multiband. De exemplu, dacă există doi dipoli în λ/2, fiecare rezonant într-o bandă, ei pot fi conectaţi în paralel la acelaşi fider, fiecare prezentând impedanţa de 65 Ω pe frecvenţa proprie de rezonanţă, fără să fie deranjat de dipolul „vecin".

Un dipol tăiat pentru 7 MHz are impedanţă joasă la această frecvenţă, iar al doilea dipol, conectat în paralel, tăiat pentru 14 MHz, nu prezintă o impedanţă capabilă să preia putere la 7 MHz. Când se aplică putere cu frecvenţa 14 MHz, dipolul pentru 7 MHz este în λ, are o impedanţă mare la centru, nu preia putere şi funcţionează dipolul pentru 14 MHz.

Astfel, câţiva dipoli tăiaţi pentru diferite benzi pot fi conectaţi în paralel, dacă sunt pe frecvenţe multiplu par ai antenei de bază.

Dipolii mai scurţi decât cel excitat prezintă impedanţe mari.

Dacă unul dintre dipoli rezonează pe 7 MHz, nu se mai include şi un dipol pe 21 MHz, în paralel, deoarece la această

frecvenţă dipolul pentru 7 MHz radiază, fiind o antenă în 3λ/2.

Se poate realiza o antenă multiband conectând mai mulţi dipoli în paralel [la centru], dar greutatea lor va produce o săgeată [„burtă"] mare care reduce înălţimea efectivă. Totuşi sistemul multiband se poate realiza în varianta V întors, la care greutatea dipolilor şi fiderului este susţinută de pilon.

Se pot conecta în paralel mai mult de 3 dipoli V întors, capetele lor coborând spre puncte separate de ancorare, aranjamentul apărând dezordonat. O soluţie mai elegantă şi mai uşoară de antenă V întors pentru 5 benzi, cu numai două capete şi acelaşi unghi la toţi dipolii, este folosirea cablului tip „panglică" cu multe fire. Se găseşte uşor cablu „panglică" cu zece conductoare, fiecare din 14 liţe de 0,13mm din cupru cositorit, lat de 13 mm şi gros de 1,3 mm. Fiecare conductor suportă 1,4A, ceea ce înseamnă puterea de aproape 140 W, ca dipol în λ/2 . În CW şi SSB puterea nu este continuă ci în impulsuri, deci se poate lucra cu putere dublă. Cablul panglică se vinde la lungime de 50 m, deci se poate realiza un V întors pentru cinci benzi, folosind cca 40m, pentru 3,5, 7, 14, 21 şi 28 MHz.

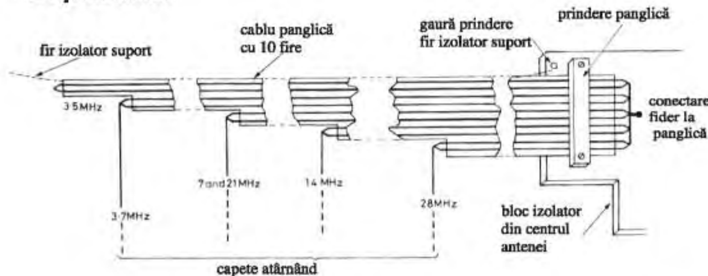


Fig. 12: Schiţa simplificată a antenei V întors pentru 5 benzi realizată din cablu „panglică" cu 10 fire. O coardă de nailon paralelă cu antena, „cusută" de ea, foloseşte ca suport. Capetele dipolilor sunt lăsate să atârne cca 1m pentru a micşora cuplajele capacitive şi de altă natură între dipoli. Capătul dipolului pentru 3,5 MHz nu este nevoie să atârne. Schiţa nu este la scară.

Folosind tabelul 1, o parte din conductoare se taie, panglica devenind tot mai îngustă spre capete, fiecare secţiune având λ/4 pentru o bandă (nu se face şi dipol pentru 21 MHz). Cablul curea având 10 conductoare, se conectează în paralel câte două, ceea ce permite dublarea puterii şi micşorarea Q-ului fiecărui dipol. Antena realizată din cablu „panglică" este dată în Fig. 12.

Fixarea la capete cu izolatori sau coardă de nailon nu este suficientă deoarece dipolul cel mai lung suferă o tracţiune mare şi se poate rupe. Autorul a „cusut" coarda cu nailon ϕ 1 mm străpungând cu un ac antena din 60 în 60 cm. La capetele antenei s-a matisat cu nailon subţire. Unghiul la vârf recomandat este cca 120°. Capetele dipolilor au tensiuni RF mari şi apropierea de alte fire produce dezacorduri capacitive. De aceea capetele dipolilor pentru 7, 14, 28 MHz se lasă să atârne liber. La centru se foloseşte o placă izolantă din Perspex sau alt material pentru fixarea „panglicilor" şi fiderului (vezi Fig. 12). Capetele dipolului cel mai lung trebuie să se afle la cel puţin 3 m înălţime faţă de pământ. Astfel de antenă multiband este folosită de autor şi are RUS între 1,3 : 1 şi 1,7 : 1 fără reglaje. RUS cel mai mare este în 21 MHz, unde funcţionează dipolul pentru 7 MHz ca antenă în 3λ/2 şi are impedanţă mai mare de 50W.

O variantă simplă, pentru două benzi se poate realiza din linie bifilară de 300 Ω [panglică TV]. Altă soluţie constructivă este alăturarea dipolilor realizaţi separat şi matisarea din metru în metru, dar nu arată bine precum cablul „panglică".

Dacă nu se lucrează în 3,5 MHz, antena pentru 4 benzi necesită un pilon înalt de numai 8 m, cu baza fixată, care nu are nevoie de ancore, antena V întors lucrând ca ancore.

Antena V întors are probabil o radiaţie polarizată vertical considerabilă, deoarece performanţele ei în 28 MHz sunt mult mai bune decât ale oricărui dipol orizontal încercat de autor. Această radiaţie polarizată vertical face ca antenele V întors să fie foarte utilizate la lucrul DX în 3,5 şi 7 MHz. Din păcate varianta pentru 1,8 MHz este irealizabilă pentru majoritatea radioamatorilor, deoarece necesită un pilon sau un punct de fixare a vârfului înalt de 27 m. Un transmatch trebuie folosit cu această antenă, şi alte trei antene multiband pentru a atenua armonicile şi radiaţiile nedorite ale emiţătorului. Antena dipol în λ/2 elimină destul de bine armonicile pare, dar antena V întors multiband le radiază cu succes, dacă nu se foloseşte un transmatch.

1.13. Dipoli scurtaţi la jumătate

De multe ori radioamatorul constată că nu dispune de spaţiu suficient pentru antenă în benzile joase. Autorul a locuit o vreme în oraş într-un spaţiu lipsit complet de grădină. Dipolul său pentru 14 MHz era întins între coama acoperişului unei case cu terasă şi peretele unei case de peste drum, la înălţimea de cca 6 m faţă de terasa unei clădiri. În 7 MHz dipolul avea lungimea de λ/4 (10 m), fiderul fiind o linie bifilară, permiţând legături în Europa, dar aproape imposibil cu alte continente.

Porţiunea din mijlocul dipolului în λ/2 dă majoritatea radiaţiei, şi practic 71% din radiaţia totală este produsă de jumătatea centrală a dipolului. La antena autorului această jumătate era „ascunsă" sub forma liniilor bifilare [care nu radiază], fiind de mirare că se realizau legături în 7 MHz.

Există câteva moduri de a „înghesui" un dipol într-o grădină sau spaţiu restrâns, implicând întoarcerea capetelor sau lăsarea în jos, dispunerea în zig-zag a dipolului sau altceva similar. Folosind inductanţe în fiecare latură a dipolului se poate obţine rezonanţa cu pierderi mici, chiar dacă el are jumătate din lungimea normală. Inductanţele se montează în poziţii determinate, în afara centrului dipolului, simetric, după anumite criterii.

Cu cât inductanţele sunt mai departe de centrul dipolului, randamentul va fi mai mare, dar valorile lor vor fi mai mari şi pierderile lor ohmice cresc, banda de trecere se îngustează şi greutatea lor creşte. Dacă dipolul este scurtat la jumătate şi bobinele sunt montate la jumătatea laturilor, reactanţa fiecărei bobine trebuie să fie de cca 950 Ω, la frecvenţa de lucru, vezi Fig. 13.

Cunoscând aceasta se poate calcula inductanţa bobinelor necesare în fiecare bandă. În tabelul 3 se dau valorile inductanţelor şi frecvenţele pe care rezonează ele cu un condensator de 100 pF conectat în paralel.

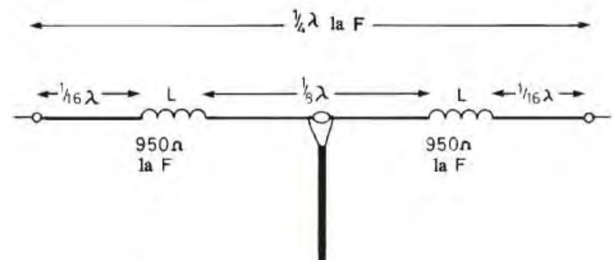


Fig. 13: „Încărcarea" inductivă a dipolului scurtat la jumătate. Lungimea lui scurtată se calculează după tabelul 1. Diagrama de radiaţie a dipolului complet este valabilă şi la dipolul scurtat, dar randamentul acestuia este mai mic. Bobinele realizate din sârmă groasă sau ţeavă măresc randamentul şi au pierderi mici.

Bobinarea pentru o anumită inductanţă nu este o treabă uşoară pentru amatori, deoarece sunt multe variabile: diametrul bobinei, numărul de spire pe centimetru, grosimea conductorului, raportul dintre lungimea şi diametrul bobinei. Bobinele se fac pe carcase cu pierderi cât mai mici în RF sau în aer, din conductor gros sau ţeavă pentru a fi robuste. Bobinele se pot regla conectând în paralel un condensator de fix 100 pF cu mică şi determinând frecvenţa de rezonanţă a circuitului [cu DIP-metrul]. Se strânge sau se alungeşte bobina realizată în aer, sau se scot din spirele bobinei, realizată pe carcasă. Se recomandă ca DIP-metrul să fie asistat de un frecvenţmetru. În acest timp bobina nu este conectată la antenă, la conectare se va scoate condensatorul.

Pe mijlocul bobinei se montează izolatori-bară care preiau tracţiunea (Fig. 14). Bobinele cu carcasă se protejează contra umezelii cu cauciuc siliconic.

Problemele de izolaţie nu sunt mari când bobinele se montează la jumătatea laturilor, unde tensiunea RF este mică. Antena dacă nu rezonează pe frecvenţa dorită, se ajustează lungimea capetelor ei. Se cuplează DIP metrul asistat de frecvenţmetru la o buclă de o spiră conectată la centrul dipolului, care trebuie să se afle la cel puţin 3 m înălţime în acest timp. În loc de aceasta, se poate măsura RUS de-a lungul benzii. Frecvenţa de rezonanţă este aceea la care RUS este minim. Se mai poate folosi o punte RF de zgomot şi un receptor, pentru găsirea frecvenţei de rezonanţă a antenei.

Tabelul 2 cu inductanţele de prelungire a dipolilor în λ/2

Banda MHz	Inductanţa µH	Frecvenţa de rezonanţă cu 100 pF în paralel- MHz
3,6	40	2,6
7,0	25	3,2
14,0	12	4,5
21,0	8	5,6
28,0	6	6,6

Chiar dacă rezonează pe frecvenţa optimă, dipolul scurtat nu are randamentul dipolului complet, dar se poate folosi şi are aceeaşi caracteristică de directivitate. Dipolul scurtat nu trebuie confundat cu dipolul cu trapuri, care este puţin mai scurt decât λ/2 în banda cea mai joasă de lucru. Antenele cu trapuri asigură lucrul pe mai multe benzi cu un singur fider, şi ele nu sunt uşor de realizat şi reglat.

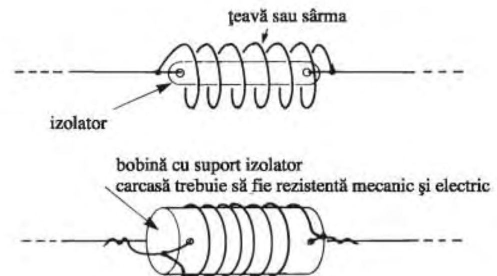


Fig. 14: Două metode de întroducere a bobinelor de încărcare pe conductorul antenei. Bobinele pe aer se reglează uşor apropiind sau depărtând spirele, înainte de montarea la antenă. Antena este adusă la rezonanţă numai prin ajustarea lungimii, la capete.

NR

(1)

Pare paradoxal ca antena confecţionată cu firul mai gros să aibă un Q mai mic, deşi pierderile în conductor sunt evident mai mici.

Explicaţia este următoarea:

Factorul de calitate Q este întradevăr invers proporţional cu rezistenţa reprezentând pierderile circuitului, dar este direct proporţional cu rădăcina pătrată a raportului L/C

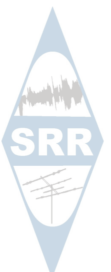
$$Q = 1/r \cdot \sqrt{L/C}$$

Firul mai subţire are o capacita distribuită C mai mică şi o inductanţă distribuită L mai mare. Prin urmare factorul L/C este mai mare, deci şi Q mai mare

(2)

Este vorba de "Twin-lead cable" care are aspect exterior ca al unui cablu coaxial, dar in interior are două conductoare fixate paralel pe generatoarea "tubului" care este cămaşa exterioară de protecţie

In practică, la puteri mici, se poate folosi cablu electric flexibil "tip pentru veioze "



Capitolul 2

ANTENE ALIMENTATE LA MIJLOC CU LINII ACORDATE (REZONANTE)

Dipolii în λ/2 discutaţi în capitolul 1 deşi sunt radiatori de energie simpli şi eficienţi pun probleme radioamatorilor care doresc să lucreze în câteva benzi. În cazul cel mai bun ei sunt folosiţi doar pe frecvenţă fundamentală şi armonica a 3-a. Dipolul tăiat pentru 7 MHz va lucra destul de bine şi în 21MHz, cu adaptare destul de bună la fiderul de 75 Ω, deşi în 21MHz diagrama de radiaţie este alta decât în 7MHz. (vezi Fig. 15).

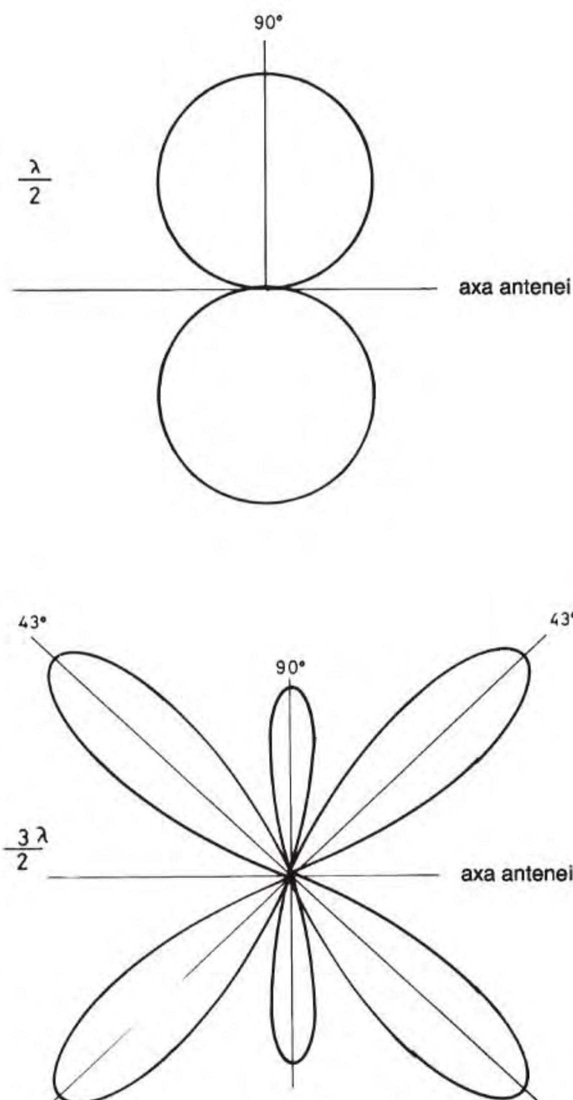


Fig. 15: Diagramele de directivitate pentru dipolul în λ/2 şi antena în 3λ/2 orizontală.

Folosind un fider acordat, un dipol de orice lungime poate fi totuşi făcut să radieze eficient pe o gamă largă de frecvenţă.

Acest tip de antenă este numită în general „dublet" sau „Zeppelin alimentat la centru", ceea ce este o contradicţie în termeni deoarece adevărata antenă Zeppelin este rezonantă şi alimentată la un capăt.

2.1. Linii acordate

Liniile paralele au o impedanţă caracteristică care depinde de diametrul conductoarelor, distanţa dintre ele [şi dielectric] Această impedanţă în multe aplicaţii este importantă dar nu şi în cazul antenelor alimentate la centru cu linia acordată. Antenele discutate în acest capitol de obicei folosesc fideri acordaţi şi deci impedanţa lor poate fi neglijată. Fiderii acordaţi funcţionează pe principiul că ei fac parte din antenă şi au unde staţionare de-a lungul lor. Undele staţionare sunt caracteristice majorităţii conductoarelor care radiază, dar dacă două conductoare egale sunt apropiate (comparativ cu lungimea de undă) şi alimentate în contrafază, ele vor radia o parte foarte mică din puterea RF aplicată. O înţelegere mai clară a funcţionării liniilor acordate se obţine din Fig. 16.

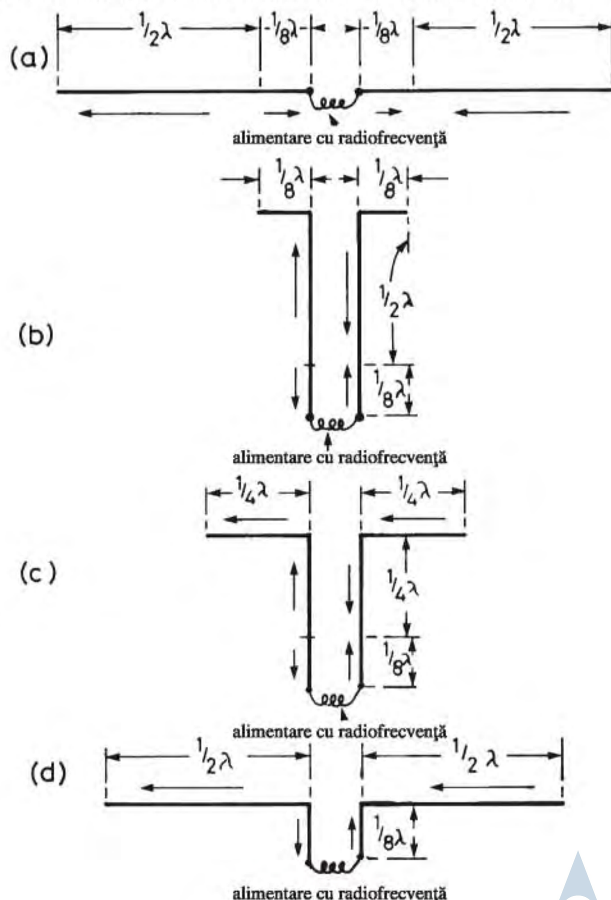


Fig. 16: Antena dublet în 4 variante care au aceeaşi lungime totală de conductor pentru antenă plus fider. La fiecare variantă curenţii în laturile dipolului sunt în fază în timp ce curenţii în laturile liniei sunt în antifază, şi radiaţia lor se anulează reciproc.

Curenţii de-a lungul antenei cu laturi lungi de 5λ/8 la un moment dat, sunt daţi în Fig. 16.a. Pentru simplificare generatorul RF este conectat chiar la centrul antenei. Se vede că în porţiunile de λ/2 de la capetele antenei curenţii sunt în fază [au aceeaşi direcţie] iar în porţiunile centrale lungi de λ/8 au fază (direcţie) contrară. În Fig. 16.d. porţiunile centrale lungi de λ/8 sunt dispuse sub formă de linie paralelă care nu radiază, iar antena este formată din 2 laturi în λ/2 cu curenţi

în fază. În Fig. 16.c, linia a fost alungită cu încă o porţiune de λ/4 „luată" de la antenă. Antena devine dipol în λ/2 . Situaţia se schimbă dramatic în Fig. 16.b. unde antena devine foarte scurtă (λ/4) iar linia preia majoritatea conductorului având lungimea λ/2 + λ/8. Orice variantă intermediară este posibilă, pe antenă existând unde staţionare care radiază, şi care se continuă pe linie, dar nu radiază.

2.1.1. Construcţia liniilor

Aşa cum s-a menţionat, conductoarele care formează linia trebuie să fie de lungimi egale şi departe de ţevi şi jgheaburi metalice, în spaţiu degajat. Distanţa dintre conductoare de la care linia începe să radieze este destul de mare, şi 15 cm este bine, chiar şi în banda de 28 MHz.

Aceasta înseamnă că în 1,8 MHz linia poate avea conductoarele distanţate la 2,4 m. Cărţile de antene arată doar liniile cu distanţa constantă între conductoare, dar de fapt distanţa poate să varieze.

Aceasta înseamnă că distanţierii care menţin conductoarele pot fi de lungimi diferite, fără a afecta eficacitatea liniei. În schimb, orice cotituri ascuţite ale traseului liniei trebuie evitate, de exemplu la intrarea ei prin tocul ferestrei. Coturile cu unghiuri mari, peste 90°, sunt indicate, iar fiderul acordat nu trebuie să fie aproape sau paralel cu zidurile. Fiderii neacordaţi care lucrează adaptaţi la ambele capete cu impedanţa lor caracteristică, se pot monta în tuburi de plastic sau cauciuc îngropate, dar fideri acordaţi trebuie să fie în spaţii libere.

Folosirea liniilor în λ/4 ca transformatori de impedanţă se dă în capitolul. 6.

2.1.2. Pierderile în fideri.

Pierderile în liniile acordate includ orice pierderi prin radiaţie (care de obicei sunt foarte mici) şi pierderi în conductoare, care au o rezistenţă mărită în RF. Considerând că liniile au conductoare din cupru cu diametrul 1,3-2mm, pierderile ohmice sunt nesemnificative, mai importante fiind pierderile în dielectricul distanţierilor. În VHF şi UHF liniile cu aer şi distanţieri sunt folosite rareori. Liniile acordate, cu aer, cu distanţieri la intervale de 4-5 cm au atenuarea 0,03 dB pe 30,5 m de lungime, la 3,5 MHz şi cresc la 0,25 dB la 144 MHz. Aceasta înseamnă că pierderi de 3 dB (jumătate din putere) există numai la o linie lungă de 3 km, la 3,5 MHz. Ca linii acordate pierderile sunt mai mari. Pentru comoditate se poate folosi ca linie acordată şi linia paralelă de 300 Ω , mai ales cea fabricată în Suedia . Chiar şi linia paralelă „panglică" cea mai bună are pierderi mai mari decât linia cu aer. Tipul vechi de „panglică" are atenuarea de 0,18 dB la 30 m la 3,5 MHz ca linie acordată, şi creşte la 1,55 dB la 144 MHz, ea crescând mult pe timp umed.

Tipul de panglică cu „fante" are performanţe mai bune fiind pe jumătate cu aer şi elimină apa mai repede. El are lungime fizică mai mică decât a liniei cu aer.

2.1.3. Factorul de scurtare al liniilor

Inductanţa şi capacitatea proprie conductoarelor, distribuită de-a lungul liniei măreşte factorul de scurtare. Dielectricul dintre conductoare joacă un rol important în acest factor. Efectul este reducerea vitezei undei şi lungimea fizică a liniei este ceva mai mică decât lungimea electrică. Factorul de scurtare este important numai la anumite tipuri de antene, de exemplu acelea care au nevoie de linii în λ/4 (stuburi).

Astfel de stuburi se folosesc la antena cu patru elemente colineare din Fig. 21, care va fi descrisă mai târziu. Liniile paralele cu aer [scăriţă] au un factor de scurtare de 0,975, ceea ce înseamnă că un stub în λ/4 pentru 7 MHz este cu 25 cm mai scurt decât λ/4 în spaţiul liber.

2.1.4. Reactanţa

Liniile acordate pot prezenta la intrare o reactanţă inductivă sau capacitivă în funcţie de frecvenţă; lungimea liniei şi lungimea antenei. Pentru o antenă dată, reactanţa la intrarea fiderului acordat este alta în fiecare bandă. Folosirea unui transmatch este esenţială când se foloseşte o antenă cu fider acordat. În majoritatea cazurilor transmatch-ul poate să compenseze reactanţa de la intrarea fiderului, dar din păcate nu există un transmatch capabil să facă faţă unei game infinite de impedanţe şi reactanţe. De aceea, în practică, se folosesc anumite lungimi ale antenei şi fiderului. O antenă care pare imposibil de adaptat într-o bandă poate fi acordată [cu transmatch-ul] dacă se adaugă sau se scoate o porţiune de fider.

Louis Varney, G5RV, a sugerat că lungimile care sunt multiplu impar de λ/8 (adică o latură a antenei plus latura liniei acordate) trebuie evitate deoarece dau probleme cu reactanţa. În tabelul 4 se dau aceste lungimi care trebuie evitate la proiectarea antenei multiband alimentată la centru cu linia acordată.

2.2. Antena dublet de bază

Acest tip de antenă multiband este probabil cea mai folosită de radioamatorii care o pot monta departe de casă, televizoare şi alte aparate deranjate de câmpul electromagnetic. Ea nu necesită priză de pământ sau radiale dar nu poate fi conectată direct la transceiver. Un transmatch este obligatoriu la această antenă. Unii autori sugerează că un balun 4:1 conectat între transceiver şi fider asigură funcţionarea. Aceasta este o greşeală deoarece reactanţa prezentată de fiderul acordat produce supraîncălzirea balunului sau distrugerea lui, în una sau mai multe benzi. Balunul se poate folosi numai pe fideri adaptaţi (cu undă călătoare), nu şi pe fideri cu unde staţionare.

Tabelul 4: Lungimi care trebuie evitate când se proiectează antena dublet multiband cu fider acordat.

Banda	Lungimea totală (jumătatea orizontală + lungimea fiderului)					
1,8/1,9	56,38 m	93,70 m	131,00 m			
3,6	29,26 m	48,76 m	68,27 m			
7	15,00 m	25,14 m	35,20 m	45,26 m		
10,1	10,50 m	17,52 m	24,53 m	31,26 m		
14,15	7,54 m	12,57 m	17,60 m	24,15 m	27,66 m	32,68 m
18,1	5,94 m	9,90 m	13,86 m	17,83 m	21,79 m	25,75 m
	29,71 m	33,68 m				
21,2	4,95 m	8,22 m	11,58 m	14,85 m	18,13 m	21,48 m
	24,68 m	28,04 m	31,39 m	34,74 m		
24,94	4,26 m	7,11 m	9,96 m	12,80 m	15,64 m	18,51 m
	21,33 m	24,17 m	27,05 m	29,87 m		
29	3,65 m	6,09 m	8,53 m	10,97 m	13,41 m	15,84 m
	18,28 m	20,72 m	23,16 m	25,60 m	28,04 m	30,48 m

Antena dublet dată în Fig. 17 este foarte simplă, singura problemă

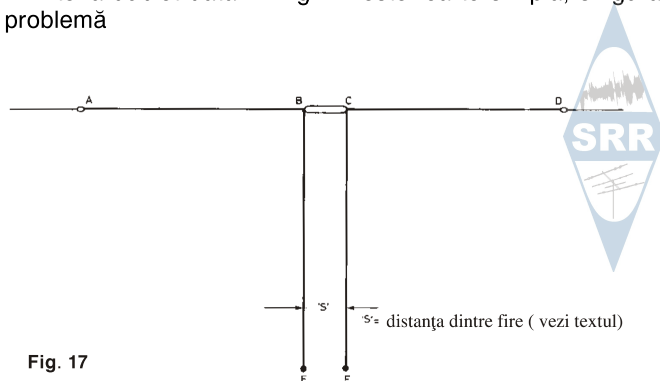


Fig. 17

fiind evitarea lungimilor date în Tabelul 4, prezentând o latură a antenei plus lungimea fiderului acordat. Antena este simetrică şi laturile ei trebuie să fie egale, ca şi conductoarele

liniei: AB =CD şi BE=CF. Antena nu trebuie să aibă o anumită lungime de rezonanţă (ca dipolul în λ/2) ci poate avea orice lungime potrivit spaţiului disponibil. Totuşi se recomandă o lungime minimă de λ/4 la frecvenţa cea mai mică de lucru, pentru a fi un radiator eficient.

Restul de λ/4 lipseşte din antenă, este ascuns în ultima porţiune [λ/8] a liniei acordate, imediat lângă antenă, dar nu radiază, curenţii având sensuri opuse. Eficienţa antenei la această frecvenţă este redusă, dar ea se acordează şi funcţionează.

Astfel de antenă a folosit autorul cu 40 de ani în urmă când locuia la oraş şi nu dispunea de grădină. Antena avea doar 9 m, dar cu 75 W se primeau controale bune în 7 MHz din Europa şi chiar din SUA. Antena era întinsă între două hornuri şi avea doar 8 m înălţime faţă de sol.

2.3. Diagrame de radiaţie.

Dacă antena dublet are lungimea de 30,5 m., ea lucrează bine în toate benzile, 3,5 până la 28 MHz şi scurtcircuitând conductoarele fiderului la capătul de jos, ea se poate acorda faţă de pământ şi în 1,8 MHz unde poate fi eficientă. Diagrama de radiaţie în plan orizontal în: 3,5 MHz va fi similară cu a dipolului în λ/2. În 7 MHz va fi similară cu cea a dipolului format din doi dipoli în λ/2 sinfazaţi, colineari; în 14 MHz va fi similară cu cea a antenei în 3λ/2 (cu 6 lobi de radiaţie); la frecvenţe mai mari va fi similară cu diagrama [cu multilobi] a antenei Long wire [LW, fir lung]. Diagrama în 14 MHz, suprapusă peste harta azimutală a globului centrată pe Anglia se dă în Fig. 18.

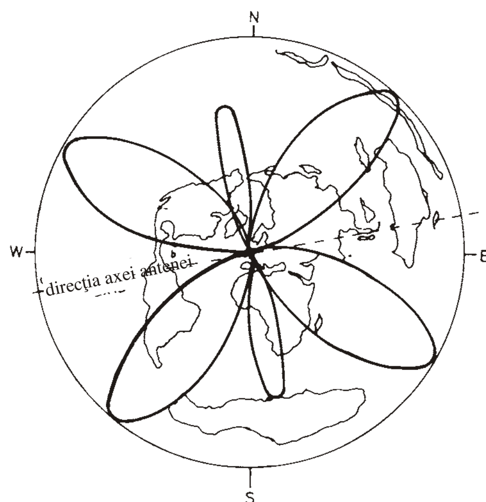


Fig. 18: Diagrama de radiaţie în plan orizontal a antenei dublet lungă de 3λ/2 aflată la înălţimea de cel puţin λ/2 deasupra pământului. Harta azimutală a globului demonstrează acoperirea mare care se poate obţine cu această antenă simplă.

Fig. 18 arată că o bună acoperire a lumii este posibilă montând antena aproximativ pe direcţia Est-Vest. Dacă direcţia antenei este Nord vest - Sud est, lobii mari acoperă Australia, Africa de Sud şi America Centrală. Desigur, diagrama de radiaţie nu se obţine de aceeaşi formă dacă antena este frântă. De asemenea, pentru a obţine o radiaţie la unghi mic în plan vertical, necesară la lucrul DX, antena trebuie să fie la înălţimea de minim λ/2 deasupra pământului, la frecvenţa de lucru. În 14 MHz aceasta înseamnă minim 9 m. În 3,5 MHz înălţimea de 18 m reprezintă doar λ/4 şi majoritatea radiaţiei va fi la unghiuri mari, convenabile comunicaţiilor la distanţe mici.

Tabelul 4 arată că folosind o antenă dublet cu laturi de 15,2 m şi fider acordat lung de 16,4 m apar puţine dificultăţi cu reactanţa în majoritatea benzilor de radioamatori. Există desigur multe alte combinaţii de lungimi ale antenei şi fiderului care pot fi alese potrivit spaţiului disponibil.

2.4. Două antene în λ/2 în fază (colineare)

Dacă antena dublet este formulată din două laturi lungi de λ/2, ea devine o antenă colineară cu câştig faţă de dipol. Diagrama de radiaţie este similară cu aceea a dipolului, dar „8"-ul este mai alungit iar radiaţia de-a lungul antenei este mai redusă. Câştigul teoretic este 1,9 dB faţă de dipol. Pentru a obţine un câştig mai mare de la doi dipoli colineari în fază, ei trebuie îndepărtaţi la 0,45λ (între capetele vecine), şi alimentaţi în fază cu fideri separaţi [de aceeaşi lungime]. Astfel câştigul devine 3,3 dB faţă de dipol. Antena are o lungime considerabilă, cel puţin 30 m în 14 MHz. Din fericire există o variantă mai simplă, şi eficientă, care are aproape acelaşi câştig, numită antena „Dublu Zeppelin extinsă".

2.5. Antena „Dublu Zeppelin extinsă"

Alungind antena dublet cu două laturi în λ/2 în fază, cei doi dipoli în λ/2 se îndepărtează. Când fiecare latură are lungimea de 0,64λ, distanţă dintre capetele lor „vecine" este 0,28λ. În acest moment câştigul este cca 3 dB faţă de dipol, ceea ce înseamnă dublarea puterii emiţătorului.

În Fig. 19 se dă antena dublu Zepp extinsă. Se observă că în porţiunile B şi C curenţii au faze [direcţii] opuse curenţilor din cei doi dipoli. De aceea diagrama de radiaţie (Fig. 20) prezintă 4 lobi mici cu unghiuri de 35° faţă de conductorul antenei.

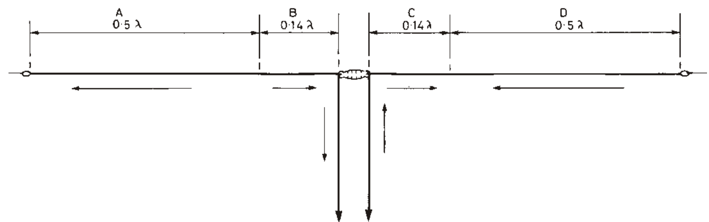


Fig. 19: Principiile de proiectare a antenelor dublu Zepp extinse.

Dimensiunile antenelor dublu Zepp extinse sunt date în tabelul 5.

Tabelul 5 - dimensiunile pentru antena dublu Zepp extinsă

Frecvenţa MHz	0,5 λ	0,14 λ	lungimea A + B
7	20,34 m	5,63 m	26,00 m
14,2	9,98 m	2,74 m	12,64 m
21,2	6,70 m	1,82 m	8,53 m
28,5	5,00 m	1,37 m	6,40 m

Un avantaj al acestei antene este că ea funcţionează bine şi în alte benzi, dar nu ca dublu Zepp extins ci ca dublet.

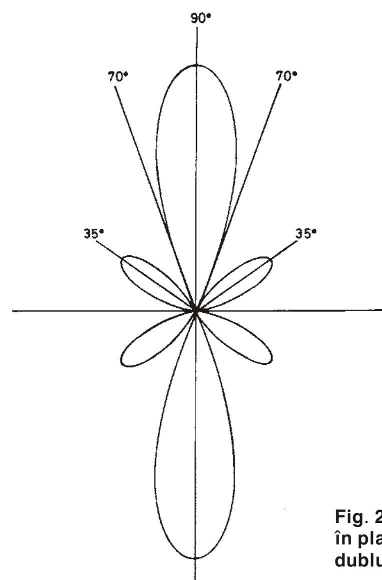


Fig. 20. Diagrama de radiaţie în plan orizontal a antenei dublu Zepp extinsă



Varianta pentru 14 MHz are lungimea totală de 25,29 m şi lucrează în 7 MHz ca dipol în λ/2 „alungit". Chiar şi în 3,5 MHz, unde antena este mai scurtă cu 16 m decât dipolul complet în λ/2, ea radiază încă eficient.

2.5.1. Reflectori pentru antena dublu Zepp extinsă

Dacă o pereche de reflectori filari sunt montaţi în spatele porţiunilor în λ/2 ale antenei dublu Zepp extinse, radiaţia se concentrează într-o singură direcţie şi câştigul creşte cu aproape alţi 3 dB. Câştigul total devine cca 6 dB faţă de dipol, ceea ce înseamnă mărirea de 4 ori a puterii. Aranjamentul necesită doi suporţi suplimentari şi spaţiu mai mare, dar antena este foarte utilă la lucrul sigur şi permanent la DX pe o anumită direcţie. Distanţa dintre elementele colineare şi reflectori este cca 0,15λ, deci 2,97 m în 14 MHz, 1,98 m în 21MHz şi 1,46 m în 28 MHz. Reflectorii au: 10,71m, 7,16 m şi respectiv 5,33 m în cele 3 benzi. Distanţa de 0,28λ dintre reflectori se poate menţine cu o coardă de nailon.

2.6. Patru dipoli colineari.

Antena dată în Fig. 21 este utilă în special operatorului care are nevoie de un antenă directivă bidirecţional fix cu câştigul de cca 4,3 dB faţă de dipol. Ea este proiectată pentru 28 MHz şi lungimea totală de 21 m nu este excesivă pentru o grădină medie. Înălţimea ei faţă de pământ trebuie să fie doar 6 m, pentru a lucra bine în 28 MHz dar poate fi mai eficientă la înălţime mai mare, ca majoritatea antenelor, deoarece se reduce efectul de ecranare produs de clădiri şi copaci. Stuburile în λ/4 măresc lungimea necesară, de conductor la 15,2 m pentru fiecare latură. În 3,5 MHz antena lucrează ca dipol scurtat, cu curentul maxim pe linia de alimentare acordată, cu 5 m mai jos de izolatorul central. Având o înălţime mică în această bandă, ea este utilă doar la comunicaţii locale între 150-900 km, deoarece radiază la unghi mare [în sus].

În banda de 28 MHz curenţii din elemenţii în λ/2 sunt ţinuţi în fază datorită liniilor [stuburilor] în λ/4. Acestea au lungimea de 2,43 m, ţinând cont de coeficientul de scurtare al liniilor paralele cu aer.

Dacă se foloseşte pentru stuburi linie paralelă TV de 300 Ω se va calcula lungimea lor folosind coeficientul 0,82 pentru modelul vechi şi 0,87 pentru tipul nou, tip, cu fante, care va avea 2,13 m. Pentru a evita legănarea la vânt, la capetele stuburilor se leagă câte o piatră, sau se ancorează cu corzi de nailon de ţăruşi bătuţi în pământ. Curenţii în laturile stubului au direcţii opuse şi nu radiază.

2.7. Antena G5RV

Transceiverele moderne cu semiconductori, ale căror etaje finale se distrug uşor când lucrează cu RUS mare pe fider, sau cu circuit ALC care le blochează în aceste situaţii, îi determină pe mulţi radioamatori, în special începători, să caute antene care se pot conecta direct la echipament. Dipolii simpli în λ/2, antenele cu trapuri, antenele verticale şi directive cu mai multe elemente de obicei au fideri coaxiali de 50 Ω care se pot conecta direct la majoritatea transceiverelor, fără transmatch. Dar antena dublet multiband nu poate fi folosită fără transmatch, deoarece fiderul acordat [cu unde staţionare] prezintă la capătul de jos o gamă largă de impedanţe şi reactanţe în diferite benzi de radioamatori.

Louis Varney, G5RV, a proiectat antena G5RV, acum celebră, în 1946 şi mulţi radioamatori o folosesc în prezent, cu fider bifilar şi coaxial. Din păcate rezultatele obţinute cu această antenă deseori nu sunt la înălţimea aşteptărilor în mai mult de două benzi.

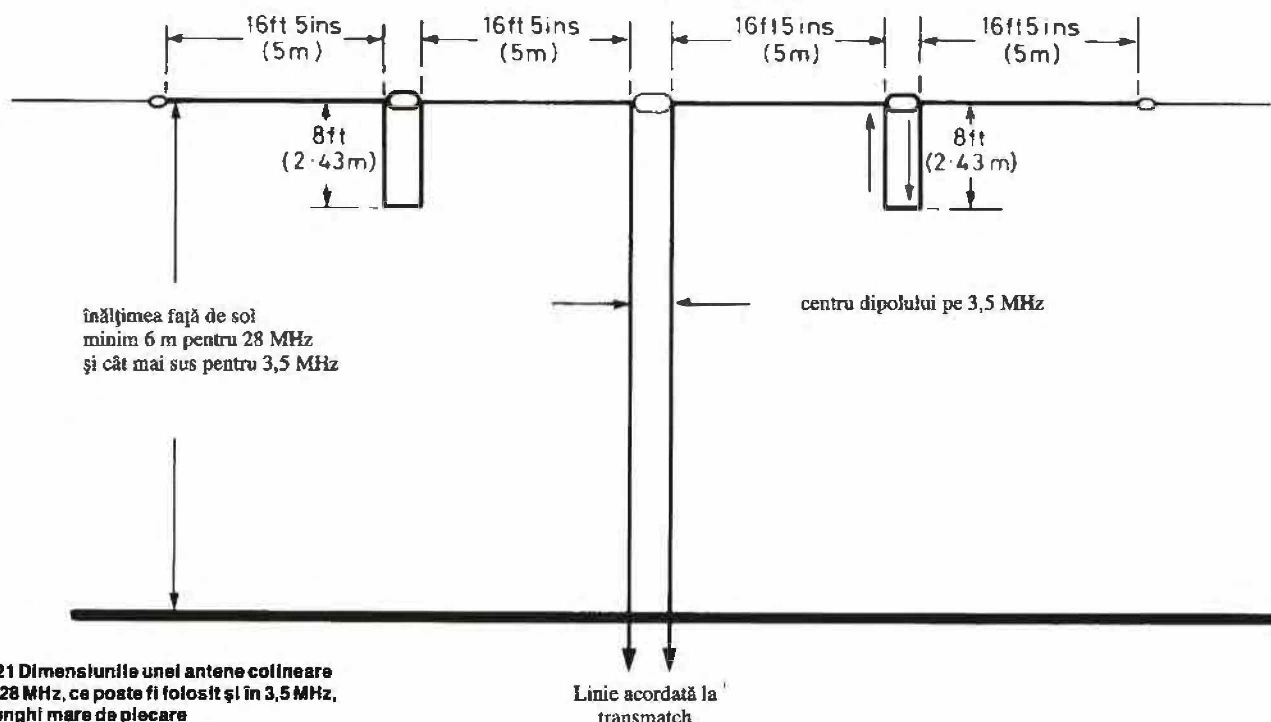


Fig. 21 Dimensiunile unei antene colineare pentru 28 MHz, ce poate fi folosit şi în 3,5 MHz, dar cu unghi mare de plecare

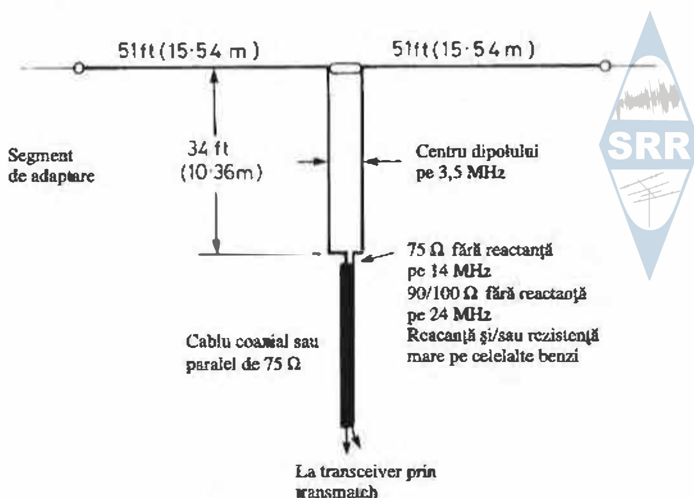


Fig.22 Antena G5RV cu dimensiunile critice şi alte detalii

Louis Varney a modernizat antena prezentată în numărul 7/1984 al revistei Radio Communications (RSGB) şi a subliniat necesitatea unui transmatch între coaxial şi transceiver. Spre deosebire de principiul antenelor multiband, antena G5RV nu este în $\lambda/2$ la frecvenţa cea mai joasă (uzual 3,5 MHz) ci este $3\lambda/2$ la 14,15 MHz. Lungimea antenei este 31,27 m, fiecare latură având 15,54 m (vezi Fig. 22). În locul unei linii paralele acordate, G5RV are o linie paralelă cu aer de 10,36 m, pentru adaptare, la care se conectează un cablu bifilar cu impedanţa de 75 Ω sau un coaxial de 80 Ω. Dacă linia de adaptare este realizată din cablu bifilar TV de 300 Ω, lungimea ei este de 8,5 m (tipul vechi) sau 9,3 m (tipul cu fante), ţinând cont de factorii de scurtare. Din păcate adaptarea acestei linii cu cablul bifilar sau coaxial este bună numai în 14 MHz şi 24 MHz. Dacă se foloseşte coaxial de 50 Ω RUS în aceste benzi creşte la 1,8:1.

G5RV a prezentat detaliat impedanţele prezentate la capătul inferior al liniei paralele de adaptare astfel:

3,5 MHz	sarcină reactivă
7 MHz	sarcină reactivă
10 MHz	sarcină reactivă
14 MHz	sarcină rezistivă, cca 90W
18 MHz	impedanţă mare, puţin reactivă
21 MHz	impedanţă mare (rezistivă)
24 MHz	sarcină rezistivă, cca 90/100W
29 MHz	impedanţă mare, puţin reactivă

Din cele de mai sus rezultă evident că este obligatorie folosirea unui transmatch între fiderul de impedanţă mică şi transceiver.

Deşi există undă staţionară pe fider, produsă de neadaptare, transmatch-ul prezintă transceiverului impedanţa de 50 Ω. La sfârşitul descrierii antenei sale, G5RV menţionează că fiderul cel mai eficient este linia paralelă cu aer, de la antenă până la transmatch. El adaugă că o linie paralelă cu aer [scăriţă] lungă de 25,6 m permite acordul tip „paralel" al transmatch-ului în toate benzile.

2.7.1. Consideraţii practice

Mulţi radioamatori folosesc cu succes antena G5RV originală, dar autorul preferă să o alimenteze cu linie bifilară cu aer [scăriţă] sau cu plastic, de 300 Ω, tip TV, care împreună cu un transmatch permite lucrul cu performanţe în toate benzile. Antena G5RV originală restrânge lucrul eficient la câteva benzi, dar chiar şi în acelea este necesar un transmatch. Antena dublet de bază nu are dimensiuni critice, singura cerinţă critică fiind simetria, deci cele două laturi să fie egale. Antena G5RV are lungimea de 31,27m, în timp ce antena dublet poate avea orice lungime permite spaţiul disponibil [dar nu sub $\lambda/4$ la frecvenţa minimă folosită].

Dacă se foloseşte coaxial, greutatea lui coboară mult centrul antenei şi ar trebui susţinut cu ceva, antena devenind V întors.

Prin aceasta diagrama de radiaţie se modifică, iar antena se dezacordează. ZS6BKW a constatat că un efect al transformării antenei sale în V întors a fost modificarea frecvenţei de rezonanţă.

În 14 MHz această frecvenţă a coborât cu 50 kHz (schimbare cu 0,3%) când unghiul dintre laturile antenei a ajuns 120°, şi încă 50 kHz când unghiul a ajuns 85° (cel mai ascuţit unghi acceptabil la V întors). Orice antenă dublet de bază poate fi transformată în V întors [căci oricum lungimea ei este oarecare, nerezonantă], deoarece transmatch-ul va compensa dezacordul antenei. Antena dublet din principiu nu rezonează în vreo bandă [decât dacă vrem noi] deci înclinarea laturilor nu creează probleme. Dacă maximul de curent este în centrul antenei sau aproape de el, antena va fi foarte eficientă. Dacă spaţiul este mic, capetele antenei orizontale se pot frânge în jos, simetric, pentru a păstra simetria. În cazuri disperate, capetele se pot frânge în plan orizontal, dar asimetria duce la radiaţia liniei paralele şi probleme TVI.

Dacă fiderul coaxial este corect adaptat la ambele capete nu are unde staţionare. În acest caz coaxialul poate fi îngropat fără a-i afecta funcţionarea. Aceasta poate fi util când antena este departe de staţie, dar coaxialul antenei G5RV nu trebuie niciodată îngropat, deoarece lucrează cu unde staţionare, nefiind adaptat. El trebuie ţinut departe de obiecte metalice sau mari, în aer. Studiul antenei G5RV arată că ea are avantaje mici şi autorul recomandă folosirea liniei acordate unice între antenă şi transmatch, pentru ca majoritatea puterii să fie radiată, în toate benzile.

2.8. Proiectarea asistată cu programul de calculator ZS6BKW

ZS6BKW a realizat un program de calculator pentru determinarea lungimilor optime şi impedanţelor liniei de adaptare ale antenei G5RV. El a urmărit adaptarea cât mai bună cu coaxialul de 50 Ω pentru a fi mai utilă utilizatorilor de echipamente moderne. S-a constatat că adaptare bună, cu RUS mici se pot obţine în 5 benzi de amatori.

Lungimea clasică de 31,1m a antenei G5RV a fost redusă la 27,9 m iar linia de adaptare a fost lungită de la 10,37 m(la 13,6 m.- multiplicat cu acelaşi factorul de scurtare,). Această linie trebuie să aibă neapărat 400 Ω, cu aer [scăriţă]. Ea constă din două conductoare φ 1,15 - 1,29 mm paralele, la distanţa de 25 mm.

Antena ZS6BKW are următoarele valori ale RUS:

3,65 MHz	11,8 : 1	rău
7MHz	1,8 : 1	bun
10 MHz	88 : 1	foarte mare
14 MHz	1,3 : 1	bun
18 MHz	1,6 : 1	bun
21,2 MHz	67 : 1	foarte mare
24 MHz	1,9 : 1	destul de bun
29 MHz	1,8 : 1	bun

Antena ZS6BKW are RUS acceptabil în 5 benzi, ceea ce este un progres faţă de antena G5RV, dar nu se poate folosi fără transmatch.

2.9. Câteva consideraţii practice

Poate fi o impresie, dar Insulele Britanice au parte în fiecare an de vânturi tot mai mari, cu zile calme tot mai puţine. Aceasta înseamnă că antenele sunt scuturate o mare parte din timp, dacă nu s-au luat măsuri din construcţie pentru a evita „obosirea metalelor". Cablul liţat izolat este ieftin şi uşor de procurat, şi există tentaţia de a-l folosi la antene, dar rezistă doar câţiva ani. Legănarea permanentă a antenei produce ruperea conductorului, dar nu şi a plasticului. Întreruperea este greu de găsit şi reparat.

Sârma “tare” de cupru monofilară φ1,22 - 1,62 mm este mult mai bună pentru antene şi linii paralele cu aer, deşi este mai scumpă, dar rezistă mulţi ani, chiar 30 de ani. Cablul bifilar de 75 Ω este special predispus la întreruperi dacă e lăsat să se legene liber. (3)

2.9.1. Conexiunea din centrul antenei.

Antena este de obicei întreruptă în locul de conectare a fiderului. Fiderul atârnă şi se leagănă la cea mai uşoară briză, producând „oboseala" locului de legătură. Aranjamentul obişnuit este cel din Fig. 23 a. Aici izolatorul central este din sticlă pyrex sau ceramică glazurată. Conductoarele antenei şi fiderului se răsucesc şi se cositoresc. Cositorul şi conductorul antenei se oxidează rapid, şi fiind din metale diferite (plumb, staniu, cupru) apar probleme.

Rezistenţa conexiunii creşte şi aici curentul RF fiind mare,

produce pierderi. Mai rău este când conexiunea se comportă ca o diodă semiconductoare care produce armonici foarte multe, până în UHF. Apar probleme TVI greu de depistat şi remediat.

Folosind ca izolator central o placă subţire izolantă [sticlotextolit] cu găuri (Fig. 23b) se poate realiza antena şi fiderul din acelaşi conductor neîntrerupt, fără răsuciri şi cositoriri. Este bine ca placa să aibă suprafeţe lucioase.

Liniile paralele de 300 Ω în plastic dau probleme, deoarece conductoarele lor liţate se rup la întinderi şi îndoiri repetate.

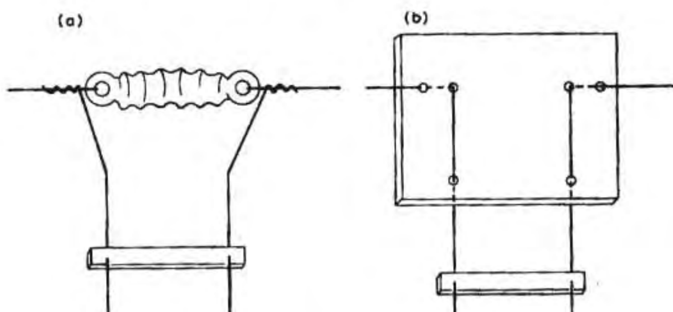


Fig. 23. (a): Conectarea fiderului la antena dublet prin răsucire şi cositorire la izolatorul central. (b). Placa izolatoare care permite folosirea unor conductoare neîntrerupte.

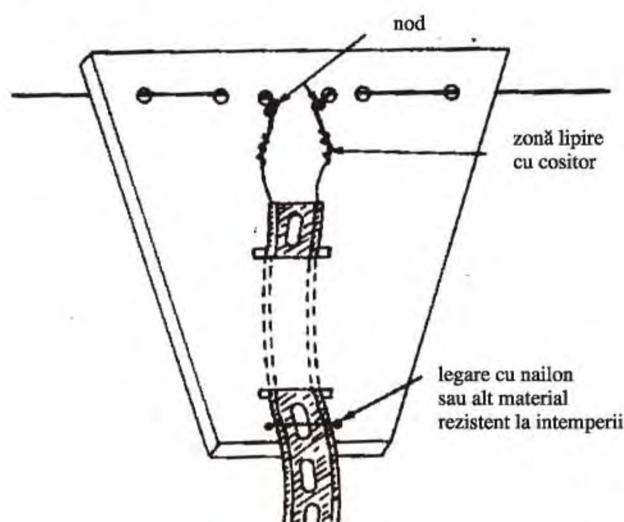


Fig. 24. Un izolator de centru şi modul de prindere pentru cablu panglică de 300 Ω

2.10. Construcţia liniei paralele cu aer

A fost o vreme când se putea cumpăra linie bifilară cu aer gata construită. În prezent nu se mai găseşte din cauza costului de realizare, şi ea trebuie realizată de radioamator. Majoritatea articolelor în care sistemul antenei foloseşte fideri paraleli cu aer dau indicaţii de construirea lor.

Distanţierii sunt întotdeauna o provocare pentru ingeniozitatea realizatorilor, mergând de la bigudiuri din plastic la benzi din butelii de plastic. Înainte de era plasticului, înaintea celui de-al doilea război mondial, distanţierii erau deseori realizaţi din beţişoare de lemn fierte în parafină. Se găseau şi distanţieri din ceramică glazurată dar erau scumpi şi grei.

Autorul realizează distanţierii din rigle de perspex [eventual rigle şcolare din polistiren tăiate la dimensiunea necesară] de 130x6mm, late de 18mm. Dacă sunt scurţi de 25-30mm, drumul scurgerilor de curent se scurtează şi depunerile de praf, funingine şi murdărie creează probleme pe timp umed.

Dacă conductoarele sunt subţiri este nevoie de mai mulţi distanţieri ceea ce măreşte pierderile în dielectric ale liniei. Se recomandă diametrul de 1,22 mm sau mai bine 1,6mm, emailat, folosit fără înnădire pentru antenă şi linie, din "cupru tare". Mai puţini distanţieri înseamnă o linie mai uşoară, suportată de antenă.

2.10.1. Realizarea liniei

Cele două conductoare egale se leagă de un punct fix. Se introduc toţi distanţierii pe la capătul liber. Apoi se fixează capetele libere de un al doilea punct fix. Se distribuie distanţierii la distanţe de cca. 45cm între ei. Găurile de la capetele distanţierilor trebuie să fie destul de largi.

Pentru fixarea distanţierilor pe linie se folosesc bucăţi de conductor, indicate cu săgeţi pe Fig. 25. În loc de găuri distanţierii pot avea fante (Fig. 25b.) care permit adăugarea [sau înlocuirea] de distanţieri. O metodă de fixare a distanţierilor din termoplastic este încălzirea conductoarelor liniei cu un curent mare şi pătrunderea lor în plastic. La conectarea cu antena trebuie evitati "cârceii" pe conductoare Pregătirea antenelor dublet şi liniilor în cameră este dificilă, şi se face afară, pe timp frumos.

Pentru a împiedica linia paralelă să se legene ea se fixează cu corzi de nailon, de preferat albastre. Curburile liniei trebuie să aibă raza cât mai mare, departe de ziduri, ţevi, burlane etc. Linia trebuie să fie perpendiculară pe antenă pe o lungime de minim λ/4 la frecvenţa cea mai mică de lucru. Dacă linia are traseul pe sub una din laturile antenei, sistemul se va dezechilibra.

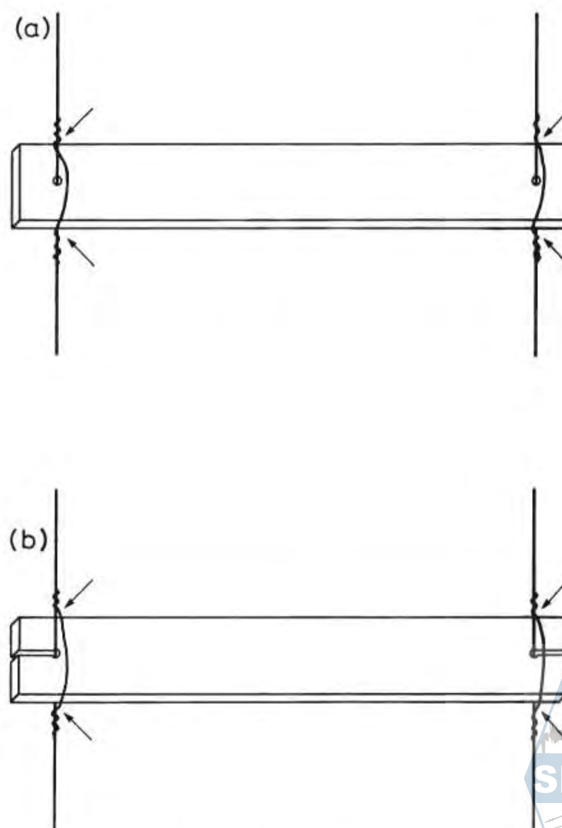


Fig. 25(a): Un distanţier are găuri pentru conductoarele liniei, care este fixată cu bucăţi de conductor. (b) Distanţier cu fante la capete care poate fi fixat uşor în orice loc.

(3)
Cuprul "tare" este tot un "bronz" ca şi liţa pentru antene, dar nu fosforos, ci cu câteva procente de crom. Acest material este tipic pentru electrozii de sudură prin puncte sau pentru vârfuri de ciocan de lipit.
În construcţiile profesionale de antene se foloseşte aşa numitul "bimetal" care este un conductor de oţel învelit cu cupru(nu placat). Concluzia este ca este de preferat ca pentru antenele lungi să se facă rost de sârmă specială pentru antene de la "surplus militar"

ANTENE - FIR LUNG" ALIMENTATE LA CAPĂT. [LONG WIRE]

Un conductor alimentat la un capăt este probabil cea mai simplă antenă, dar ca multe alte lucruri, nu e totul aşa simplu cum pare iniţial. Antenele mai lungi de λ/2 alimentate la capăt lucrează ca antene Hertz şi nu ca antene Marconi, care trebuie acordate faţă de pământ. Conceptul "Hertzian" pare să fi întors minţile unora, care preocupaţi de rezonanţa antenei, calculează şi taie antena la lungimea exactă de rezonanţă. Aceasta se justifică dacă vechea alimentare tip Zeppelin se conectează la un capăt al antenei; dar când se foloseşte un singur conductor care merge direct la transmatch, fără nici un fider, lungimea lui poate fi oarecare. Alimentarea tip Zeppelin nu se recomandă [la capătul antenei] deoarece rezultă un sistem dezechilibrat. Curenţi egali în cele două conductoare ale liniei paralele există numai dacă antena rezonează exact în λ/2. La alte frecvenţe curenţii sunt inegali.

„Dud" Charman, G6CJ, proiectant profesionist de antene a constatat cu mulţi ani în urmă că unele antene proiectate de el erau greşite, deoarece a folosit sistemul standard de alimentare Zeppelin. El a dat o metodă de rezolvare în „RSGB Bulletin" din decembrie 1955. Alimentarea Zepp modificată de el nu lucrează în multiband şi este destul de complicată. Ea este folosită mai mult de staţii comerciale la lucrul pe frecvenţă fixă.

3.1. Lungimea conductorului şi impedanţa.

Se poate constata că la capătul îndepărtat al antenei monofilare impedanţa este mare. Toate conductoarele prezintă la capătul îndepărtat [de emiţător], o impedanţă mare, la orice frecvenţă. De aceea este simplu de aflat impedanţa antenei lungi de λ/4 sau λ/2, alimentată la un capăt.

Anumite impedanţe sunt greu de adaptat de către transmatch, îndeosebi cele foarte mari sau foarte mici. De aceea se evită aceste situaţii. Antenele alimentate la capăt, cu lungimi un număr impar de λ/4 sau ceva mai mici, sunt neconvenabile, deoarece prezintă o reactanţă capacitivă care trebuie compensată. Când o antenă „fir lung" alimentată la capăt este folosită multiband, este aproape imposibil ca ea să nu prezinte reactanţă în una sau mai multe benzi, dar aceasta poate fi compensată cu o bobină (dacă este capacitivă) sau cu un condensator (dacă este inductivă); plasat între transmatch şi capătul antenei (vezi Fig. 28.).

3.2. Unele avantaje ale antenelor „fir lung"

Spre deosebire de dipolii colineari (cap. 2) care au porţiuni în λ/2 alimentate cu curenţi în fază, antena „fir lung" cu lungimea 2λ/2 sau mai mare, are porţiuni de λ/2 parcurse de curenţi contrari [în antifază].

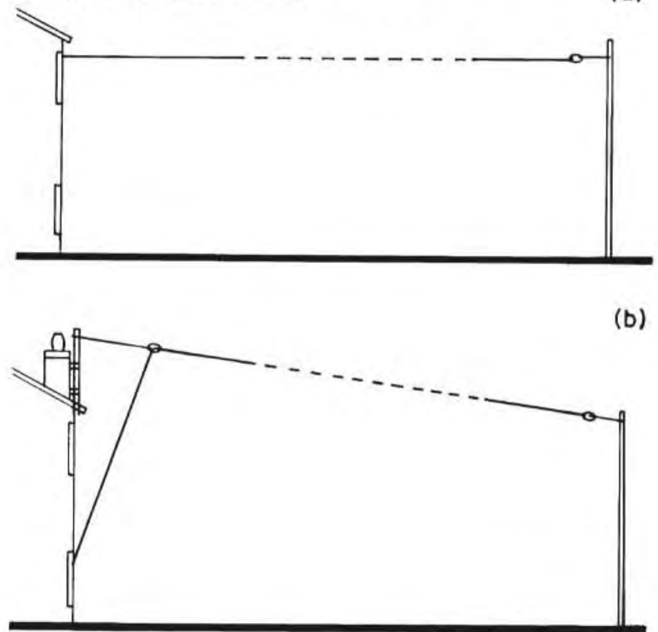
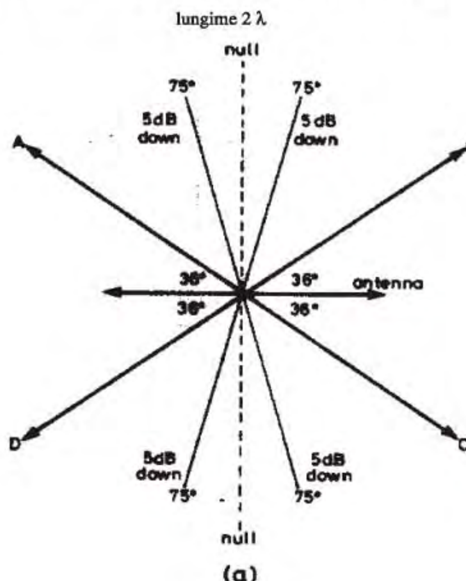
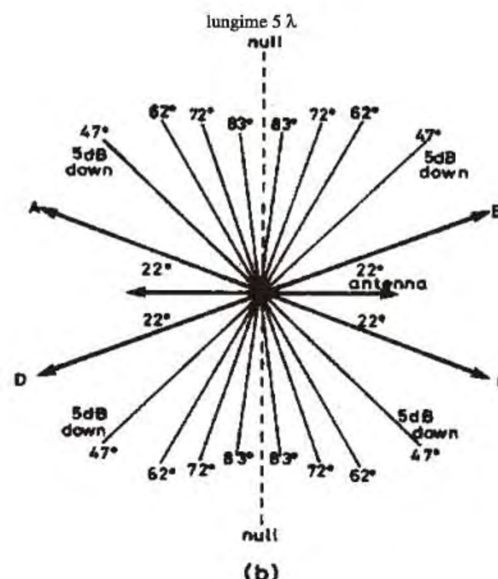


Fig. 27





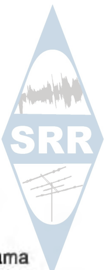


Fig. 26:
(a) Diagrama schematică de radiaţie în plan orizontal a antenei „fir lung" cu lungimea 2 λ.
(b) Antena „fir lung" de 5 λ are cei patru lobi principali mai apropiaţi de conductori şi mai mulţi lobi principali

Dacă antena este foarte lungă, curenţii în porţiunile de λ/2 sunt din ce în ce mai mici spre capătul îndepărtat. Antena „fir lung" are diagrama de radiaţie complexă, cu mulţi lobi, spre deosebire de diagrama cu doi lobi ai antenei colineare. Cu cât antena este un fir mai lung, comparaţie cu λ, cu atât lobii cei mari se apropie de antenă. De asemenea creşte numărul de lobi mici îndreptaţi în alte direcţii.

Figura 26a arată schematic diagrama de radiaţie în plan orizontal a unui Fir lung 2λ orizontal. Cei patru lobi principali notaţi cu A, B, C, D au puterea cu 5 dB mai mare decât cei patru lobi mici. Când lungimea antenei creşte la 5λ (Fig. 26b), cei 4 lobi principali se apropie la un unghi de 22° de antenă, şi apar 16 lobi mici mai slabi cu 5-10 dB faţă de lobii principali.

Toate antenele „fir lung" au radiaţie minimă pe direcţia perpendiculară pe antenă. Dacă antena „fir lung" are înălţimea de minim λ/2 deasupra pământului la frecvenţa cea mai mică (de obicei 14 MHz), radiaţia în plan vertical este la unghiuri mici faţă de sol, de obicei 10-15°. Antena „fir lung" de 5λ are câştigul de 4 dB faţă de dipol la lobii principali, iar la 10λ are 7,4dB, lobii fiind mai apropiaţi de antenă. Antenele „fir lung" de 10λ şi mai mult radiază, mai mult spre capete, care trebuie orientate în direcţiile dorite. Comparând preţurile plătite pentru decibeli, antena „fir lung" este avantajoasă faţă de antena directivă, dar din păcate nu poate fi rotită. Pentru a acoperi tot globul, este nevoie de mai multe antene „Fir lung" pe diferite direcţii, şi un teren foarte mare.

3.3. Antene „Fir lung" practice

Două variante de amplasare a antenei „fir lung" se dau în Fig. 27.

Antena din Fig. 27a este orizontală şi nu are deloc sau puţină radiaţie cu polarizare verticală. Antena nu permite legături DX pe direcţiile perpendiculare pe conductor. În Fig. 27b antena urcă înclinat de la fereastra parterului, apoi merge puţin înclinat până la pilon.

Dacă partea aproape verticală este relativ mică (10%) din lungimea părţii orizontale, performanţele nu se modifică mult, deşi apare ceva radiaţie polarizată vertical, care face ca nulurile dintre lobi să nu mai fie adânci, eventual să apară probleme TVI. Înclinarea părţii lungi a antenei micşorează unghiul de plecare al undelor înspre capătul coborât, şi majoritatea radiaţiei va fi în această direcţie. Antenele „fir lung" înălţate la 9,12 m de pământ sunt foarte eficiente în 14-30 MHz, şi mai slabe la DX în 7 şi 3,5 MHz.

3.4. Lungimile antenelor „fir lung"

Porţiunile lungi de λ aflate mai departe de capetele antenei „fir lung" nu sunt conectate la izolatori şi nu manifestă efectul de capete. De aceea lungimea lor fizică este mai aproape de lungimea electrică din spaţiul liber. Lungimile antenelor „fir lung" de până la 10λ, în 14, 21 şi 28 MHz se dau în tabelul 6.

Tabel 6. Lungimi rezonante la antena fir lung

lungimi de undă λ	14,15 MHz	21,2 MHz	28,5 MHz
1	20,66 m	13,79 m	10,25 m
2	41,86 m	27,90 m	20,78 m
3	63,00 m	42,00 m	31,30 m
4	84,25 m	56,20 m	41,83 m
5	105,40 m	70,37 m	52,35 m
6	126,60 m	84,50 m	62,87 m
7	147,80 m	98,67 m	73,40 m
8	169,00 m	112,80 m	83,90 m
10	211,40 m	140,90 m	104,90 m

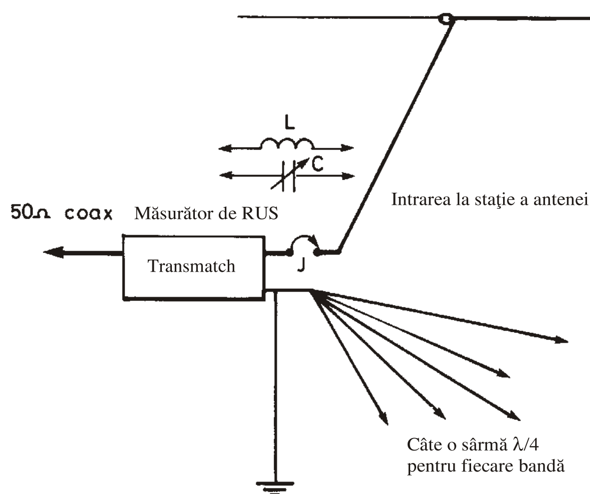
Pentru alte frecvenţe lungimile se calculează cu formula:

$$L[m] = \frac{300\,(N-0{,}025)}{F\,[MHz]}$$

Unde N este numărul de λ ai antenei.

O antenă „fir lung" trebuie să aibă cel puţin 2λ pentru a da un câştig vizibil (cca 1,3dB) peste dipolul în λ/2, câştig care este mic până la 4λ. Doar la lungimi de 8λ şi peste câştigul este simţitor, cca 6,3 dB. Unghiurile lobilor principali faţă de antena „fir lung" şi câştigul lor, sunt:

Numărul de λ	Unghiul°	Câştigul, dBd
1	54	0,5
1,5	42	0,9
2	36	1,3
2,5	33	1,8
3	30	2,2
4	26	3
5	22	4
6	20	4,8
7	19	5,5
8	18	6,3
9	17	6,9
10	16	7,5



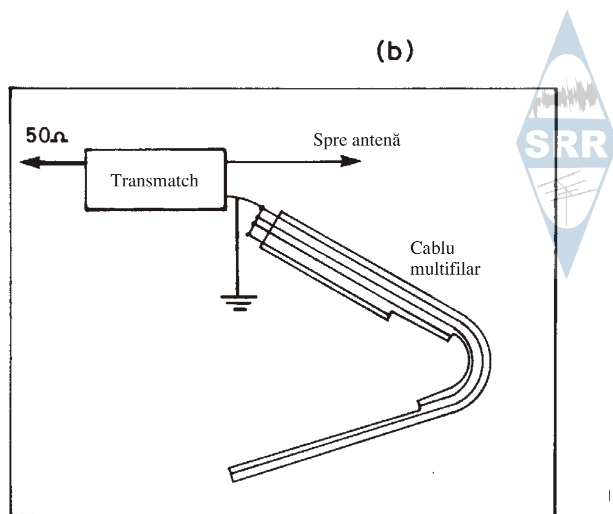




Fig. 28 (a): O antenă (fir lung) tipică şi sistemul de radiale. Conectorul J este normal închis, dar dacă antena prezintă o reactanţă capacitivă sau inductivă într-o bandă, el se înlocuieşte cu bobina L sau condensatorul C, care anulează reactanţa. (b). Radialele se pot realiza din cablu multifilar „panglică" tăiate la lungimi de λ/4.

(a)

direcţia spre capătul îndepărtat al antenei, decât cea spre cel de la emiţător. Aceasta deoarece radiaţia în direcţia capătului îndepărtat este produsă de unda directă de energie, iar radiaţia înspre capătul opus este dată de unda reflectată, care este mai slabă, din cauza pierderilor de energie prin radiaţie şi pierderilor ohmice. Deci este mai bine să se îndrepte capătul liber al antenei „fir lung" spre direcţia preferată, pentru legături sau recepţii.

Cu mulţi ani în urmă autorul a demonstrat practic atenuarea puterii de-a lungul antenei „fir lung", L.H.THOMAS, G6QB, a instalat o antenă cu adevărat „fir lung", de 610 m, împrejurul terenului său de golf, la înălţimea medie de 6 m. Cu un beculeţ de neon fixat în vârful unui băţ de bambus s-a mers de-a lungul antenei observând maximele de tensiune.

Pe la jumătatea antenei beculeţul abia se mai aprindea, iar la capătul ei tensiunea RF era atât de mică încât se putea pune mâna. Punând la pământ capătul liber al acestei antene performanţele au rămas aceleaşi!

3.5. Folosirea contragreutăţilor

Antenele „fir lung" au proasta reputaţie că induc radiofrecvenţă în cablul microfonului şi cablul de reţea şi dau dificultăţi transmatch-ului.

Antena radiază şi cu capătul care intră în casă, dar problemele se pot rezolva folosind radiale (contragreutăţi) în λ/4. Radialele asigură împământarea [potenţial RF zero] transmatch-ului mult mai bine decât orice priză de pământ. O staţie radio aflată la etaj poate fi afectată de problema împământării, deoarece conductorul până la priza de pământ chiar dacă este gros sau platbandă, este lung, mai ales la frecvenţe mari.[se comportă ca o parte a antenei]

Tensiunea RF mare pe şasiul staţiei face ca echipamentul să frigă şi să provoace operatorului şocuri periculoase. Diferite antene „fir lung" folosite de autor s-au „îmblânzit" complet când s-au conectat radiale la transmatch. Aranjamentul din Fig. 28a este bun pentru majoritatea situaţiilor şi în plus se introduce în serie cu antena, în locul scurtcircuitorului J, o bobină cu prize sau un condensator variabil pentru a compensa reactanţa antenei[se pot include în transmatch].

Scurtcircuitorul J se foloseşte în acele benzi în care reactanţa antenei nu este o problemă pentru transmatch. Reactanţa mare a antenei face ca RUS să nu poată fi micşorat convenabil de transmatch, sau ca acordul transmatch-ului să fie foarte ascuţit. Un RUS acceptabil are valori între 1 - 1,5 : 1.

Radialele au lungimea de λ/4 pentru fiecare bandă, şi se realizează din cablu liţat izolat. Ele se pot scoate afară prin fereastră sau se întind prin casă, pe sub şipcile de la marginea parchetului sau sub covoare. Radialele au tensiuni mari RF la capete şi trebuie bine izolate. L.A. Moxon, G6XN a descris în cartea sa „Antene de US pentru orice amplasament", radiale foarte scurte care se aduc la rezonanţă cu bobinele serie. Autorul a probat acest sistem constatând că este critic la acord, radialele scurtate având o bandă de trecere mai îngustă decât cele cu lungimea λ/4. Folosirea lor este inevitabilă în 3,5 MHz unde un radial lung de 20 m este greu de întins în casă. Radialele se fac mai lungi decât arată formula şi se ajustează cu DIP-metrul. DIP-metrul trebuie asistat de un receptor sau un frecvenţmetru. În lipsa DIP-metrului, se vor folosi trei radiale pentru fiecare bandă, unul puţin mai scurt şi altul puţin mai lung decât cel tăiat după formulă.

3.6. Contragreutăţi din cablu „panglică" multifilar.

O metodă mai elegantă de realizare a radialelor pentru mai multe benzi este folosirea cablului „panglică" (curea) multifilar. Se fabrică cable „curea" cu 10, 20 şi 30 conductoare, fiecare având 14 liţe de 0,013 mm din cupru cositorit şi culori diferite. Folosirea acestei „curele" pentru a realiza 4 radiale se dă în Fig. 28b.

Cablul „curea" se taie întâi la lungimea de λ/4 pentru frecvenţa cea mai joasă, apoi se taie şi radiale pentru benzile superioare. Este bine să se îndepărteze capetele radialelor de „curea" pe o lungime de cca 15 cm pentru a evita străpungeri de tensiune la puteri peste 100 W. Acest sistem de contragreutăţi se poate lesne ascunde sub carpete.

Aceste radiale nu măresc randamentul antenei, dar elimină radiofrecvenţa de pe şasie şi problemele de adaptare ale transmatch-ului. Toate radialele se conectează la borna de pământ a transmatch-ului. Ele creează artificial o împământare foarte bună. Autorul a eliminat problemele create de RF unui filtru JF pentru recepţia CW, conectând carcasa lui la un radial în λ/4, în banda unde apăreau aceste probleme.

3.7. Antene directive în „V"

Dacă 2 antene „fir lung" sunt instalate să formeze un V orizontal şi se alimentează în contrafază, ele formează o antenă directivă foarte eficientă, bidirecţională, care lucrează în mai multe benzi (Fig. 29). Fiderul poate fi o linie acordată, paralelă, cu aer (sau cablu bifilar de 300 Ω folosit ca linie acordată) sau pur şi simplu 2 conductoare izolate. La frecvenţe joase distanţa dintre ele poate fi şi 2 m, fără ca linia să radieze semnificativ.[pentru a lucra între 160-10m distanţa este 10-20cm] Unghiul dintre antene are acea mărime care asigură însumarea lobilor interiori şi scăderea lobilor exteriori. Unghiul optim depinde de numărul de λ al antenelor astfel:

Numărul de λ	Unghiul °
2	73
3	58
4	50
5	44
6	40
7	36
8	35

Se observă că unghiul scade lent cu numărul de λ deci se poate alege un unghi de compromis pentru câteva benzi.

O antenă în V de 5 λ în 14 MHz (cca 106,6 m) va avea un unghi de 44°. Antena va fi în 7,5λ în 21MHz şi 10λ în 28 MHz la care unghiul optim este 36° respectiv 32°. Unghiul de 35° este un compromis bun pentru lucrul antenei în cele trei benzi. În 14 MHz unghiul de plecare va fi ceva mai mare totuşi are cca 15° faţă de orizont. Antena se poate folosi şi în 7 şi 3,5 MHz, deşi are câştig mai mic şi radiază la unghi mai mare, deoarece lungimea antenei exprimată în λ este mai mică iar unghiul dintre laturi este mai mic decât cel optim.

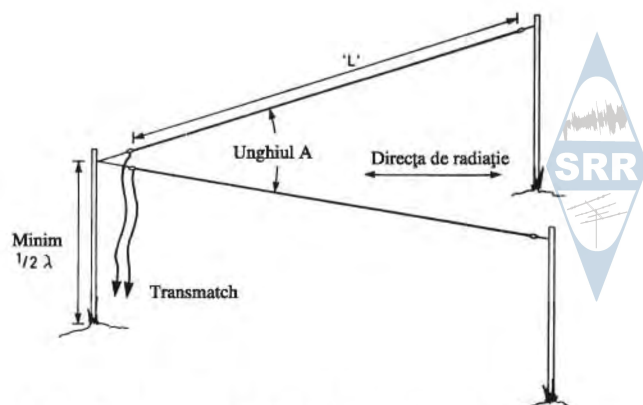


Fig. 29: Antena directivă în V simplă, bidirecţională. Dacă vârful V-ului este aproape de staţie, fiderul se poate realiza din două conductoare egale. Distanţa dintre ele nu este critică.

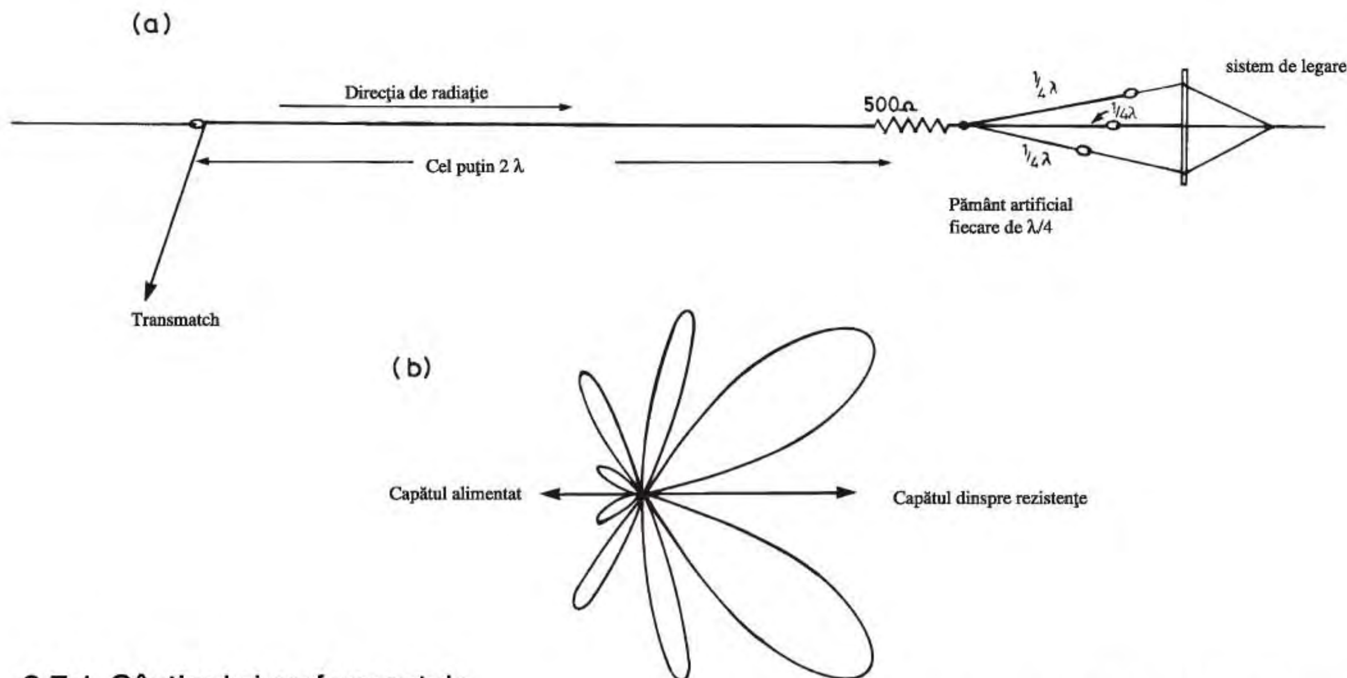


Fig. 30 (a). Antenă nerezonantă cu rezistenţă la capăt, de 500W, la care se conectează radiale în λ/4 care creează pământul artificial. (b) Diagrama de radiaţie în plan orizontal a antenei „fir lung" terminată pe rezistenţă, cu doi lobi principali.

3.7.1. Câştigul şi performanţele

Câştigul teoretic al antenei în V cu unghi optim este 3 dB faţă de o singură latură. Aceasta înseamnă un câştig de 7 dB pentru antena în V cu laturi de 5λ. În practică câştigul poate fi mai mare cu cca 1dB datorită impedanţei mutuale dintre laturi . Dacă laturile au 8λ câştigul suplimentar este aproape 2 db iar câştigul total cca 11 dB. Un câştig atât de mare este greu de obţinut cu antenă YAGI, şi înseamnă o mărire de peste zece ori a puterii. Un câştig şi mai mare se obţine cu două antene în V etajate sau dispuse ca W. Antene atât de complexe depăşesc scopul acestei cărţi, ele interesând mai mult comunicaţiile comerciale.

Cei trei piloni ai antenei în V trebuie să aibă înălţimea de cel puţin λ/2 la frecvenţa cea mai joasă de lucru. Totuşi dacă înălţimea este 11-12 m (cca λ/2 în 14MHz), în 7 şi 3,5 MHz performanţele vor fi ca ale oricărei antene orizontale relativ apropiate de pământ, care radiază mai mult în sus.

Două antene în V alăturate cu laturile 91,4m, la înălţimea de 12 m şi fiderul din 3 conductoare a fost proiectat de autor şi folosite la "Field day" în anii 50 cu rezultate spectaculoase. Lucrând în QRP s-au realizat legături cu Australia şi Noua Zeelandă.

Deşi s-au dat lungimile în λ şi unghiurile optime, lungimea poate fi oarecare, ca şi la antena simplă „fir lung". Important este ca laturile antenei V să aibă aceeaşi lungime.

3.8. Antene „fir lung" nerezonante (cu undă progresivă).

Antena „fir lung" este rezonantă, având de-a lungul ei unde staţionare. Dar dacă între capătul ei şi pământ se conectează o rezistenţă neinductivă de valoare potrivită, antena devine nerezonantă [cu undă progresivă] şi unidirecţională.

Un conductor orizontal poate fi privit ca jumătate a unei linii de transmisie, al doilea conductor fiind înlocuit de pământ. Impedanţa caracteristică a liniei cu un singur conductor [şi pământ], la înălţimea de 6,9 m este între 500-600 Ω. Caracteristica unidirecţională de directivitate a antenei „fir lung" a fost discutată în paragraful „antene fir lung practice" şi se datoreşte undei reflectate slabe. Dacă se conectează la capătul antenei înspre pământ o rezistenţă egală cu impedanţa caracteristică a liniei monofilare, nu va exista undă reflectată. De-a lungul antenei va exista o undă călătoare, [progresivă] şi nu undă staţionară, şi antena este similară unei linii de transmisie terminată pe o rezistenţă adaptată, dar cu o mare diferenţă: Datorită distanţei mari dintre antenă şi pământ, această „linie" va radia intens.

Aproximativ jumătate din putere se disipă pe rezistenţa de la capăt, în schimb radiaţia este unidirecţională. Datorită reciprocităţii, antena este directivă şi la recepţie. Câştigul antenei nerezonante este similar cu cel al antenei rezonante de aceeaşi lungime, iar lungimea trebuie să fie cel puţin 2λ. Unghiul dintre lobii principali şi antenă sunt aproape aceeaşi ca la antena rezonantă.

În punctul de alimentare [capătul din stânga] antena prezintă o impedanţă de cca 500 Ω care poate fi adaptată uşor cu impedanţa de 50 Ω a echipamentului cu un transmatch sau un circuit în L sau în PI.

3.8.1. Proiectarea practică

O problemă în realizarea acestui tip de antenă este conductorul care leagă rezistenţa la pământ. Dacă rezistenţa se află la nivelul solului, capătul antenei care coboară vertical 9-12 m va radia omnidirecţional, şi diagrama de radiaţie nu mai este atât de directivă. Dacă rezistenţa se montează sus, conductorul care coboară până la priza de pământ are o reactanţă, deci rezistenţa nu este conectată la un potenţial zero (al pământului) iar antena nu se va termina pe o sarcină pur rezistivă. O metodă de rezolvare a acestei probleme este dată în Fig. 30a. După rezistenţă se conectează câte un conductor lung de λ/4 pentru fiecare bandă. Aceste radiale se comportă ca un pământ artificial. [La capătul din dreapta un radial are tensiune maximă iar la capătul din stânga sinusoida undei de tensiune trece prin zero].

Rezistenţa nu poate suporta greutatea şi întinderea antenei, de aceea montarea ei se face ca în Fig. 31.

În Fig. 31a se foloseşte o placă izolantă ca izolator de antenă şi suport pentru rezistenţă sau combinaţia de rezistenţe. În Fig. 31b, placa cu rezistenţe atârnă sub izolatorul antenei.

3.8.2. Rezistenţa

Rezistenţa terminală trebuie să fie capabilă să disipe aproape jumătate din putere, circa 45 W în cazul unei staţii de 100W. În telegrafie puterea medie este jumătate din cea la

purtătoare, deci o rezistenţă de 25 W este suficientă. În SSB puterea medie este chiar mai mică decât în CW, deci este suficientă o rezistenţă de 18-20W.

Rezistenţele neinductive de mare putere sunt greu de procurat, dar se pot realiza din mai multe rezistenţe legate în serie şi paralel. În Fig. 31a se folosesc 16 rezistenţe cu peliculă de carbon, de 2W, care dau o rezistenţă totală de 510 Ω şi 32 W, suficient pentru o staţie de 100 W în CW şi SSB. Protecţia la intemperii a rezistenţei este foarte importantă. Acoperirea rezistenţelor şi terminalelor lor cu cauciuc siliconic este eficientă mulţi ani, deşi unii autori spun că produce coroziuni. După stabilizarea acestei substanţe, căldura produsă de rezistenţe nu o degradează.

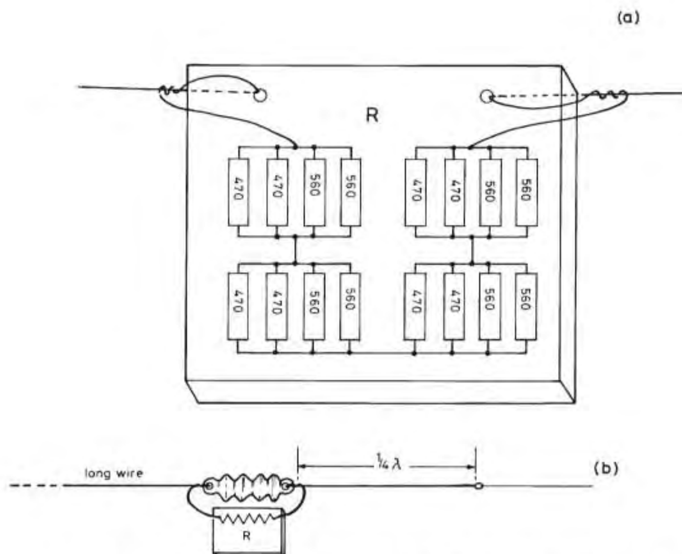


Fig. 31 (a). Rezistenţa neinductivă de 500 Ω este realizată din 16 rezistenţe de 2 W legate în paralel şi serie. (b). Dacă placa cu rezistenţe este subţire, tracţiunea antenei este preluată de un izolator de antenă adevărat.

Rezistenţele se pot proteja şi cu o cutie din plastic sau cu bandă specială Sylglas.

3.9. Antena în V nerezonantă (cu undă progresivă)

Antena în V descrisă anterior, formată din două antene „fir lung" rezonante, egale, este bidirecţională. O antenă unidirecţională în V se poate obţine din două antene „fir lung" nerezonante (Fig. 32). Folosind un singur pilon, cele două antene se pot monta înclinat, cu rezistenţe la capete. Aceasta simplifică mult construcţia iar câştigul este maxim în direcţia bisectoarei unghiului, spre rezistenţe.

Lungimea L a laturilor antenei este minim λ la cea mai mică frecvenţă de lucru iar pilonul trebuie să fie înalt cât 0,5 - 0,75 din lungimea firului L. Unghiul dintre conductoare este acelaşi ca la antena în V rezonantă.

Rezistenţele sunt de 500 Ω şi putere pe jumătate faţă de o singură antenă nerezonantă. Antena se poate alimenta cu fider paralel nerezonant [cu undă progresivă] cu impedanţa de 500-600 Ω . El se poate realiza din două conductoare ϕ1,3 mm. distanţate la 7,5 cm. O variantă este montarea unui balun 9:1 la vârful antenei şi folosind fider coaxial de 50 Ω . Deşi va exista o mică neadaptare, pierderile sunt mici şi RUS mic. Această antenă acoperă o gamă de frecvenţe de cca 3:1 şi are câştig de câtiva dB. Antena este bună la DX în 14-21-28 MHz dacă are laturile L=30,5 m, pilon de 18 m şi unghiul de 80°.

Reducând dimensiunile la jumătate dar menţinând unghiul de 80°, antena lucrează în 28 şi 50 MHz şi ocupă un spaţiu mic în grădină.

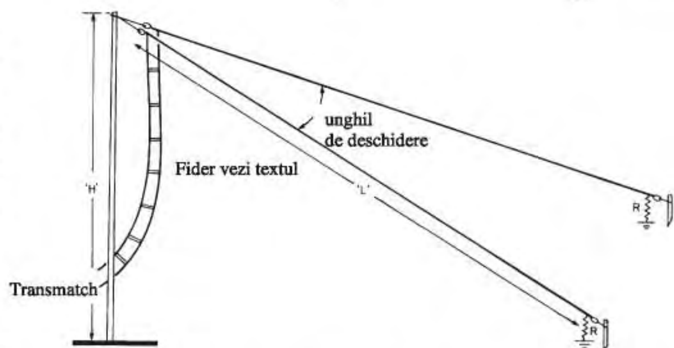


Fig. 32: Antena în V nerezonantă, terminată pe rezistenţe, foarte utilă pentru lucrul la mare distanţă spre o anumită zonă. Deoarece conductoarele ajung aproape de pământ, rezistenţele se pot conecta direct la pământ.

3.9.1. Înpământarea

Antena nu are nevoie de radiale în λ/4 după rezistenţe, deoarece capetele antenei sunt aproape de pământ, în schimb este nevoie de prize de pământ bune. Nu este suficient câte un electrod de împământare bătut în pământ ci la fiecare se adaugă câte minim 6 radiale îngropate în evantai, în direcţia pilonului [pe sub antenă], lungi de cel puţin 11-12m.

Rezistenţele pot arăta ca în Fig. 31 şi pot fi de putere 1W. În loc de pilon se poate folosi vârful unei clădiri fără o reducere importantă a câştigului, deoarece antena radiază de-a lungul bisectoarei, spre exterior. Dacă direcţia bisectoarei este N-V se asigură legăturile cu America de Nord. Antena fiind legată la pământ prin rezistenţele terminale, ea nu se încarcă static. La antenele „fir lung" rezonante încărcarea statică produce zgomote şi tensiuni periculoase.

3.10. Antena W3EDP.

În anul 1936 radioamatorul W3EDP a realizat o antenă simplă multiband lungă de 25,9 m cu o „contragreutate" [radial] de 5,1m care se foloseşte doar în unele benzi. Antena poate fi frântă dacă este nevoie şi radiază aproape în toate direcţiile. Aceasta a fost prima antenă realizată de autor în 1946 la primirea licenţei, într-o variantă proprie. Cu cei 25 W daţi de tubul 6L6 s-a lucrat tot globul în 3,5, 7 şi 14 MHz. Antena şerpuia deasupra terasei casei de pe malul mării. Nu era televiziune în acel timp şi loc.

Examinând Fig. 33, antena W3EDP pare o antenă Zeppelin alimentată la capăt cu o linie lungă de 5,1m. Linia pare inutilă, deoarece conductoarele ei nu trebuie să fie paralele.

Unul din conductoarele „liniei", de 5,1 m se poate îndrepta în orice direcţie, în exterior sau în casă, pe lângă pereţi sau pe podea. În ciuda teoriei, în cele două laturi inegale ale antenei există curenţi şi tensiuni egale. Radialul de 5,1 m reduce radiofrecvenţa pe şaşiul staţiei în majoritatea benzilor, aşa cum fac radialele în λ/4 descrise mai înainte.

3.10.1. Funcţionarea antenei în 5 benzi.

În banda de 3,5 MHz „contragreutatea" nu se conectează (normal se conectează conductorul prizei de pământ) şi antena lucrează ca „fir lung" de λ/4 + 5,8m. Un avantaj aici este că punctul de pe antenă unde curentul şi radiaţia este maximă nu se află în staţie ci la cca 5,8 m, undeva afară, în loc deschis. Fiind ceva mai lungă decât λ/4, impedanţa antenei nu este aşa de mică şi este mai uşor de adaptat de către transmatch, deşi are şi o componentă inductivă. „Contragreutatea" se conectează în 7 MHz, unde antena este în λ/2 (în realitate este ceva mai lungă, cu cca λ/8). Impedanţa nu este foarte mare şi transmatch-ul o adaptează uşor. În 14 MHz antena este aproximativ în λ+λ/4, iar impedanţa ei este mică, dar nu chiar aşa mică cum ar fi dacă antena ar avea exact λ+λ/4 (dacă ar fi cu 15cm mai scurtă).

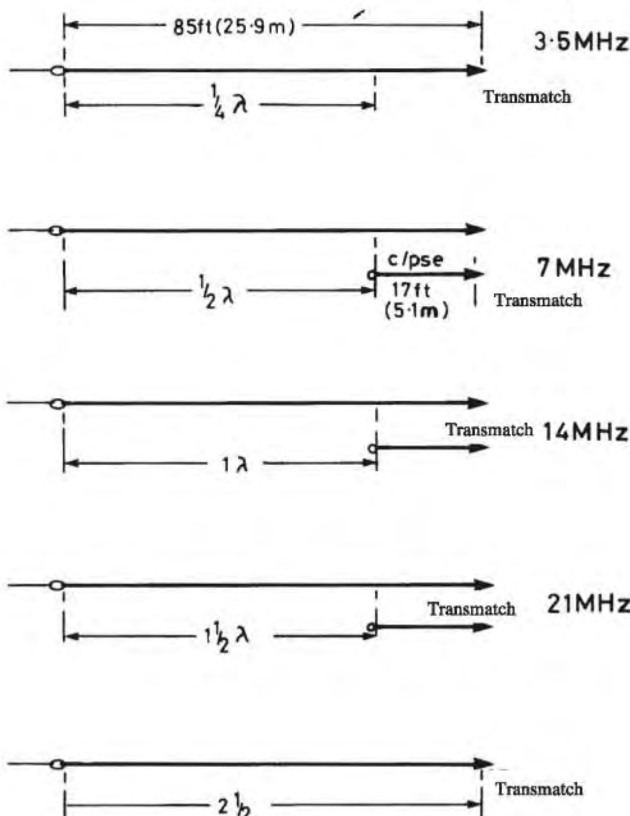


Fig. 33. Antena monofilară W3EDP. Radialul nu este nevoie să fie paralel cu antena

În banda de 21MHz antena are 1 1/2 λ + 1/8λ şi prezintă o impedanţă medie, uşor de adaptat cu transmatch-ul. În 28 MHz „contragreutatea" nu se conectează, iar antena este în 2 1/2λ exact.

Aceasta este singura bandă unde sunt probleme de adaptare, deoarece impedanţa antenei este mare. Introducând un condensator în serie între antenă şi transmatch se uşurează adaptarea.

3.10.2. Avantaje

Antena W3EDP este cea mai simplă şi ieftină antenă multiband şi lucrează eficient chiar dacă urcă pe un traseu cotit. Ea este răspândită printre amatorii QRP care fac legături cu câţiva waţi în Europa, în benzile joase. Antena este ideală pentru lucrul temporar, fiind formată din două fire liţate izolate.

Nu este nevoie de împământare iar antena poate fi agăţată de creasta acoperişului, sau orice punct înalt, dacă are la capăt o bilă din plastic.

3.11. Probleme de instalare a antenelor

Aducerea până la staţie a fiderului bifilar de impedanţă mică sau a coaxialului nu dă probleme deoarece aceste tipuri de fideri de obicei nu au unde staţionare. Ei pot trece aproape de obiecte legate la pământ fără pierderi, prin tocul ferestrei, ajungând la staţie pe un traseu sinuos. Antenele „fir lung" şi liniile acordate sunt însă mai pretenţioase. Trecerea prin fereastră se face prin tuburi izolante, deoarece pot exista tensiuni RF mari. Tuburile pot fi de la pixuri. Trecerea conductorului neizolat prin lemn uscat produce pierderi foarte mici, dar prelingerea apei de ploaie măreşte pierderile şi poate ieşi chiar fum. Dacă fereastra este din metal, nu se pot trece antenele fir lung sau fiderii paraleli cu unde staţionare prin găuri. Se înlocuieşte un geam cu plexiglas, în care se dau găuri. Găurile se dau greu în geamul din sticlă.

O metodă utilizată rar se dă în Fig. 34. Pe feţele geamului se lipesc cu superglu două plăci de cupru sau alamă, care formează un condensator în serie cu antena. Conductorul cositorit de plăci trebuie să fie liţat, elastic, şi să aibă o „burtă" pentru picurarea apei de ploaie. Sticla având constanta dielectrică mare (7,6 - 8), la grosimea de 3mm, două plăci de câte 100 cm^2 au capacitatea de 200 pF. O suprafaţă de 400 cm^2 dă 800 pF, care permite lucrul în toate benzile.

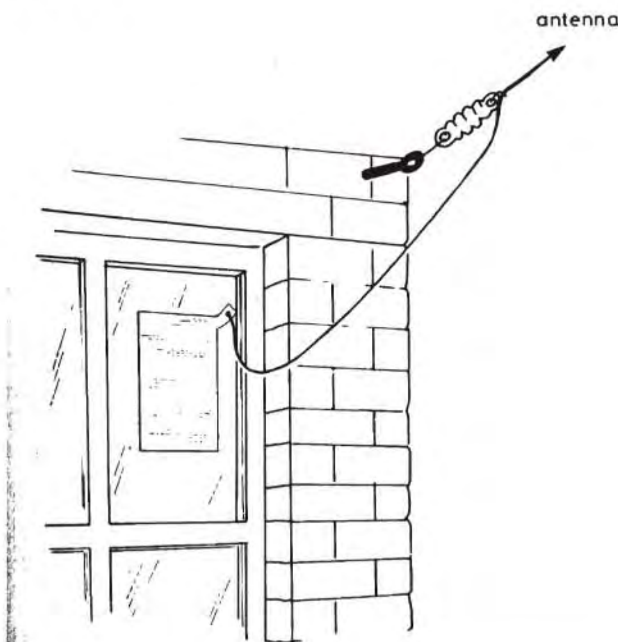


Fig. 34: Când antena nu poate intra în casă printr-o gaură, trecerea se face printr-un condensator format din două foiţe de cupru lipite pe feţele geamului.

Din păcate acest condensator împiedică descărcarea sarcinilor statice de pe antenă la pământ. Pentru a permite scurgerea sarcinilor statice şi descărcările bruşte se realizează un panou izolant cu rezistenţe cu peliculă de carbon înseriate până la valoarea de 200 KΩ, de 2 W, în paralel cu vârfuri de descărcare (Fig. 35). Rezistenţa fiind mare nu deranjează funcţionarea antenei.

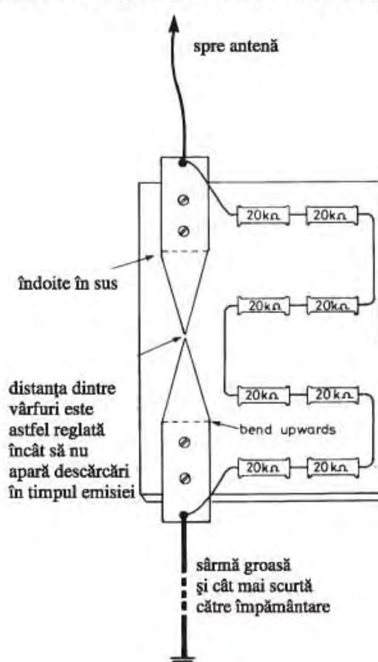


Fig. 35: Un descărcător cu vârfuri în paralel cu o rezistenţă de valoare mare se montează la antena din Fig. 34. Rezistenţa nu influenţează funcţionarea antenei dar oferă o cale de scurgere la pământ a electricităţii statice.

ANTENE "BUCLĂ" (LOOP)

Antenele în circuit închis, numite de obicei „bucle" sunt de două tipuri: bucle cu perimetrul mic în comparaţie cu λ şi bucle cu perimetrul λ sau mai mare. Buclele mici pot fi considerate bobine cu diametru mare şi în general se folosesc la recepţie. Ele au o distribuţie a curentului similară cu cea a bobinelor: curentul are aceeaşi fază şi amplitudine în orice porţiune a buclei [spirei]. Pentru aceasta lungimea conductorului buclei trebuie să nu depăşească 0,1λ.

Buclele de emisie mici[numite şi antene magnetice] sunt folosite la emisie, dar au performanţe slabe (1dB mai puţin ca dipolul, în cazul cel mai bun) şi prezintă dificultăţi de alimentare. Impedanţa lor este câteva mii de ohmi şi poate fi coborâtă la 50Ω cu o linie de transformare în λ/4. O antenă buclă adevărată are perimetrul λ sau mai mare. Toate antenele din acest capitol sunt din această categorie.

4.1. Dipoli îndoiţi

Dipolul îndoit trebuie atribuit lui Kraus W8JK şi a fost dezvoltat şi folosit de amatori la sfârşitul anilor 30, devenind foarte popular în anii 40. Figura 36 ajută la explicarea funcţionării dipolului îndoit.

În Fig. 36 (a) se vede un dipol clasic în λ/2, săgeţile indicând direcţia curenţilor la un moment dat în cele două jumătăţi. Curenţii sunt în fază şi radiaţia lor se însumează. Când se adaugă la dipol încă o porţiune de λ/2 ca în Fig. 36b, curentul din ea are direcţie opusă celui din dipolul original. Aceasta deoarece de-a lungul unui conductor cu lungimea λ unda staţionară de curent are o alternanţă pozitivă şi alta negativă.

Rabatând porţiunea suplimentară de λ/2 ca în Fig. 36c, curentul din ea capătă aceeaşi direcţie cu curentul din dipolul original. Curenţii dincei doi dipoli paraleli având aceeaşi fază (direcţie), radiaţiile lor se însumează şi dau o diagramă identică cu diagrama dipolului liniar în λ/2.

4.1.1. Impedanţa

Puterea aplicată dipolului îndoit este împărţită egal celor două laturi paralele, curentul având valoarea λ/2 în fiecare, adică jumătate din curentul din dipolul în λ/2 unic, deci impedanţa este mai mare. Puterea are formula $P=I^2/R$, deci

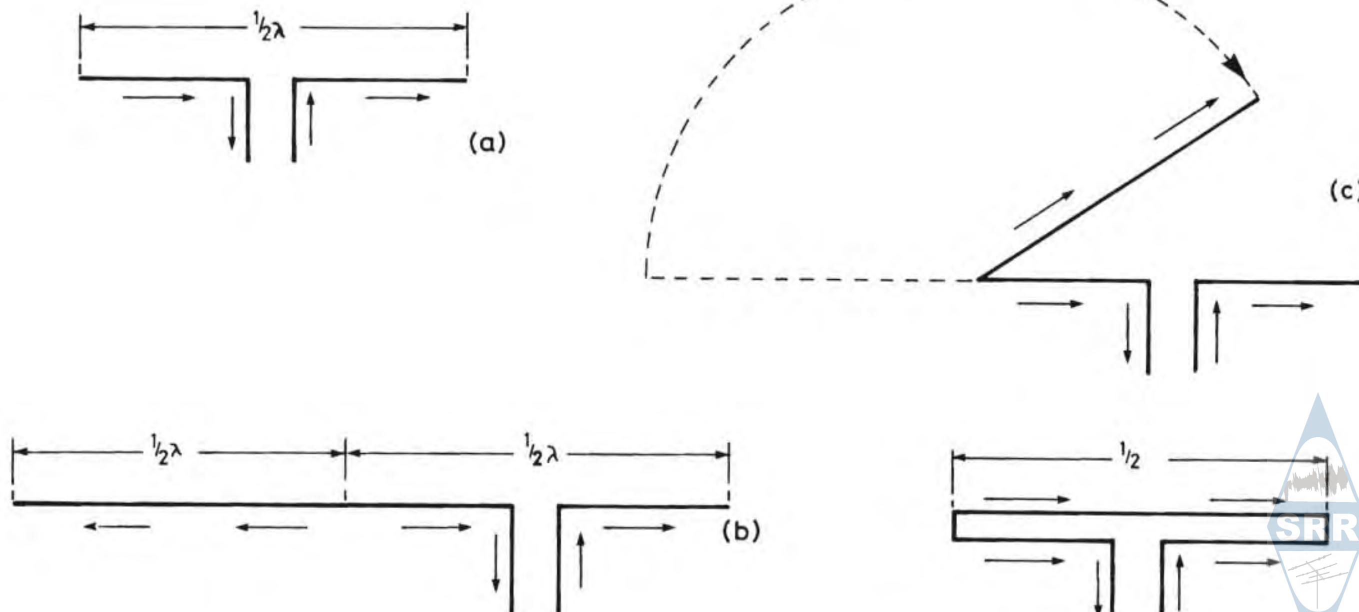


Fig. 36. (a) Direcţiile curenţilor în dipolul în λ/2 la un moment dat. Curenţii în cele două jumătăţi ale firului sunt în fază (b). Curentul în porţiunea suplimentară de λ/2 adăugată dipolului în λ/2 are sens invers. (c) Dacă porţiunea suplimentară de λ/2 este rabatată, curentul din ea nu mai este invers faţă de curentul din dipolul alimentat. (d) Conectând capătul porţiunii rabatate cu capătul dipolului (în partea dreaptă), curenţii au acelaşi sens (fază), fiecare latură având jumătate din curentul total.

dacă curentul a scăzut de două ori, impedanţa a crescut de 4 ori. De exemplu, aplicând unui dipol liniar în λ/2, puterea de 280 W, la impedanţa lui de 70Ω curentul este de 2A: 280 W = $(2A)^2$ 70 Ω. Aplicând aceeaşi putere unui dipol îndoit curentul este de 1A iar impedanţa este 280 Ω ; 280 W= $(1A)^2$ 280 Ω.

Impedanţa de 280 Ω a dipolului îndoit este apropiată de impedanţa caracteristică a liniei bifilare de 300 Ω, care se

poate folosi ca fider de alimentare suficient de bine adaptat, RUS având o valoare mică.

Dacă se adaugă un al 3-lea conductor la dipolul îndoit (Fig. 37), curentul se va împărţi în 3 curenţi iar impedanţa antenei va fi de 9 ori mai mare decât impedanţa dipolului liniar în λ/2, adică 630 Ω . Antena cu 3 dipoli în paralel se adaptează bine cu un fider bifilar de 600 Ω , care se poate realiza din două conductoare de ϕ1,3mm paralel, distanţate la 75 mm.

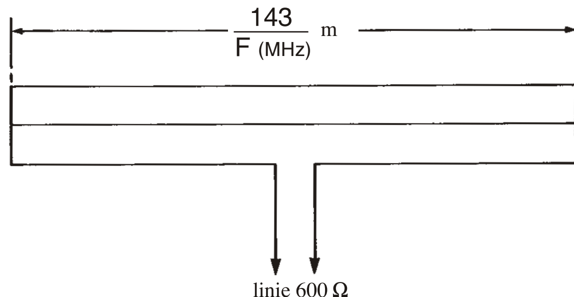


Fig. 37. Dipolul îndoit cu 3 conductoare. Dacă ele au diametre egale, curentul total se împarte egal la 3. Impedanţa antenei este de 9 ori mai mare decât a dipolului în λ/2 clasic (9x75Ω = 675Ω) şi apropiată de impedanţa unei linii de 600Ω .

Un dipol îndoit cu 4 conductoare are impedanţa de 1120 Ω , de 16 ori mai mare decât impedanţa dipolului simplu. Impedanţele dipolilor îndoiţi cresc cu pătratul numărului de conductoare numai dacă au diametre egale şi sunt în acelaşi plan.

Impedanţa creşte în alte proporţii când diametrele şi distanţele variază, diagramele fiind date în « The ARRL Antenna Handbook ».

4.1.2. Lungimea la rezonanţă

Dipolul îndoit format din două conductoare la distanţa de câţiva centimetri are lungimea la rezonanţă egală cu dipolul simplu, liniar, conform formulei L = 142,65 /F(MHz)(vezi Fig. 38a). Totuşi, dacă antenna este realizată din linie bifilară de 300Ω sau cablu bifilar, trebuie ţinut cont de factorul de viteză [de scurtare] al dielectricului. Linia de 300Ω de tip vechi are K=0,8 iar linia de tip nou, cu fante are K= 0,87.

Lungimea la rezonanţă calculată cu formula de mai sus trebuie înmulţită cu factorul de scurtare. Antena va avea o lungime mai mică şi se aduce la rezonanţă cu bucăţi de conductor adăugate la capete (Fig. 38b). În tabelul 7 se dau lungimile calculate pentru ambele tipuri (cu şi fără fante), pentru benzile de radioamatori.

Tabelul 7
Dimensiunile antenei dipol repliată confecţionată din panglica de 300 Ω

Banda	panglică cu găuri	panglică fără găuri	dipol conform formulei de calcul
3,5 MHz	34,44 m	31,69 m	38,62 m
7 MHz	17,72 m	16,30 m	20,37 m
10,1 MHz	12,28 m	11,29 m	14,12 m
14,15 MHz	8,76 m	8,06 m	10,07 m
18,1 MHz	6,85 m	6,30 m	7,87 m
21,2 MHz	5,85 m	5,37 m	6,72 m
24,94 MHz	4,97 m	4,57 m	5,71 m
29 MHz	4,27 m	3,93 m	4,91 m

Un avantaj al dipolului îndoit este factorul de calitate Q mai mic decât al dipolului liniar, deci o bandă de trecere mai largă, mai plată.

Dipolul îndoit nu funcţionează pe armonicile pare (2, 4, 6 etc.) deoarece curenţii în cele două conductoare au sensuri contrare şi radiaţiile lor se anulează. Pe armonicile impare (3, 5, 7 etc.) curenţii sunt în fază şi antena radiază, având

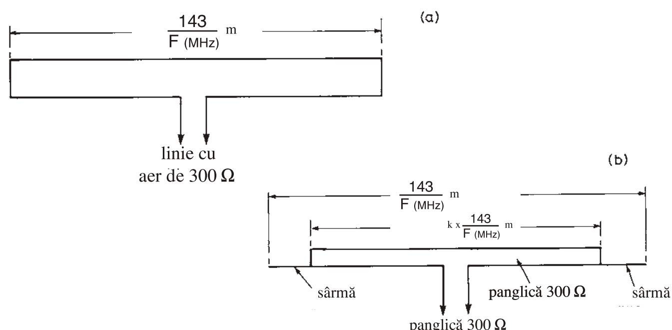


Fig.38 (a). Dimensiunea dipolului îndoit cu conductoare distanţate la 150-300 mm. (b) Când dipolul îndoit este realizat din linie bifilară de 300 Ω se ţine cont de factorul de scurtare la calcularea lungimii. Ajustarea lungimii de rezonanţă se face cu bucăţi scurte de conductoare adăugate la capete. Factorul K este 0,8 la linia de tip vechi şi 0,87 la linia de tip nou, cu fante.

impedanţe apropiate de 300Ω. Diagrama de radiaţie va fi asemănătoare diagramei dipolului lung de 3λ/2, 5λ/2 etc.

4.1.3. Alimentarea dipolului îndoit

Cea mai simplă alimentare a dipolului îndoit este cu linie bifilară de 300 Ω , cu izolaţie din plastic sau aer [scăriţă].

Pentru adaptarea cu transceiverele moderne care au ieşire pe 50 Ω se foloseşte un transmatch. Deseori linia bifilară lungă este nepractică şi se modifică conform Fig. 39. Aici linia de 300 Ω coboară vertical până aproape de pământ, unde se montează un balun 4:1. Astfel între balun şi staţie se poate folosi un coaxial de 75 Ω , eventual îngropat. Este totuşi nevoie de un transmatch, pentru a adapta armonica a 3-a, care poate fi radiată de dipolul îndoit. La puteri mari balunul se poate cumpăra, iar sub 100 W se poate realiza pe bare de ferită folosite în aparatele de radio pe UL/UM. Detaliile de realizare din Fig. 39b sunt din cartea „Antene de US pentru orice amplasament" de L. A. Moxon G6XN.

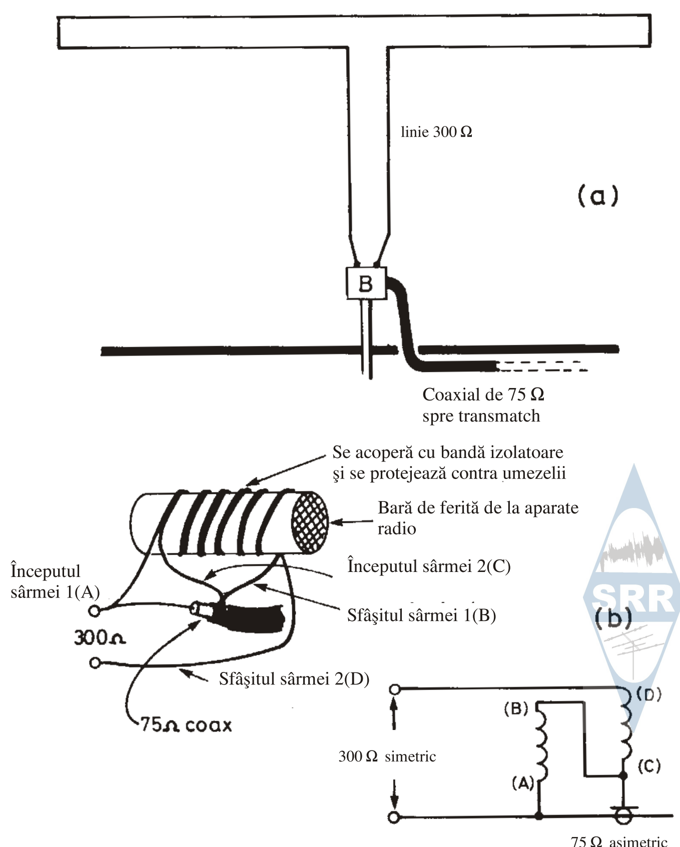


Fig. 39 (a). Impedanţa de 300 Ω a fiderului care alimentează dipolul îndoit poate fi transformată în 75 Ω nesimetric cu un balun 4:1 (b). Detalii de construcţie a unui balun 4:1 pe bară de ferită, după L.A. Moxon, G6XN.

4.1.4. Construcţia balunului.

Două bucăţi de sârmă de cupru emailat ϕ1,3mm, lungi de 35cm (nouă, nu de la un transformator vechi), drepte, se pun alături şi se bandajează strâns cu izoband, lăsând capete de 5 cm. Apoi sârmele se bobinează pe un baston de ferită lung de 8cm, pe o lungime de 5cm. Începutul şi sfârşitul fiecărei sârme se identifică apoi se conectează ca în Fig. 39b. Balunul cu bobinaj bifilar are un raport 4:1 pe o gamă largă de frecvenţe. Dacă transceiverul are tuburi finale, coaxialul de 75 Ω se poate conecta direct. Dacă transceiverul are etajul final cu tranzistoare [care pretind sarcină de 50 Ω] este nevoie de un transmatch între el şi coaxialul de 75 Ω. Prin utilizarea transmatch-ului se reduce de asemeni şi nivelul armonicei a 3-a pe care dipolul este capabil să o radieze. Balunul se protejează într-o cutie ermetică, conexiunile antenei şi mufa coaxială fiind acoperite cu cauciuc siliconic sau bandă impermeabilă. Balunul corect realizat funcţionează rece, orice încălzire dovedind neadaptare şi putere pierdută. Balunul nu se foloseşte ca transformator de impedanţă când fiderul este acordat [lucrează cu undă staţionară]. Balunul se foloseşte numai cu fideri adaptaţi cu antenna [care lucrează în regim de undă progresivă]. Dacă această regulă este încălcată balunul se supraîncălzeşte şi multă putere este pierdută. Balunul folosit corect introduce o pierdere de putere de numai 0,1dB, RUS pe fider trebuie să fie sub 1,35:1 între 3,5-28 MHz.

Balunul 4 :1 realizat astfel poate fi conectat şi direct la centrul dipolului îndoit, dar greutatea coaxialului trage exagerat de antenă.

4.1.5. Construcţia dipolului îndoit.

Construcţia cea mai bună a dipolului îndoit se dă în Fig. 40.

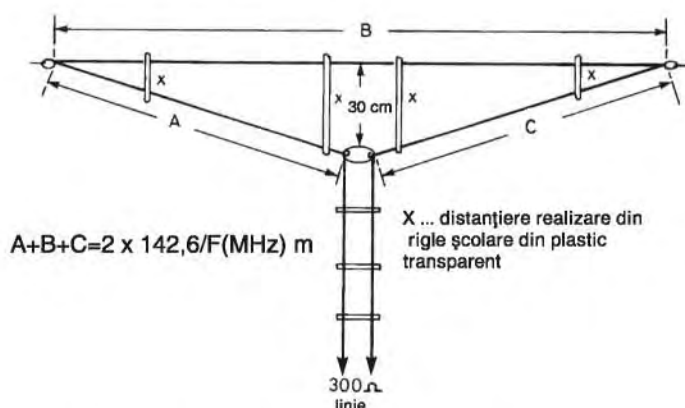


Fig. 40. Un dipol repliat închis realizat numai din sârmă. Alimentarea se poate realiza cu scăriţă sau cu panglică(dezavantaj că la umezeală se schimba caracteristicile)

Conductorul monofilar din cupru este bine să fie dintr-o singură bucată. Laturile antenei sunt menţinute cu distanţieri din plastic. Tensiunea RF la capetele dipolului îndoit nu este mare. Faptul că laturile nu sunt paralele nu influenţează performanţele sau impedanţa antenei. În locul izolatorilor de la capete şi distanţierilor se pot folosi corzi de nailon. Dipolul îndoit poate fi montat înclinat sau vertical, având aceleaşi diagrame de radiaţie ca dipolul liniar, şi acelaşi câştig.

Dacă antena este realizată din linie paralelă de 300 Ω, se iau măsuri de reducere a tracţiunii la conexiuni. În Fig. 41 se dă construcţia plăcii izolante din centrul antenei. Ea se face din plexiglas [sau sticlotextolit], care are bune calităţi dielectrice.

Punctele de conexiune se vor proteja cu cauciuc siliconic.

Dipolul îndoit realizat din linie bifilară de 300Ω cu prelungiri din sârmă la capete (Fig. 38b) va avea şi rigle cu fante la locul de sudare a prelungirilor (Fig. 41b), care preiau întinderile.

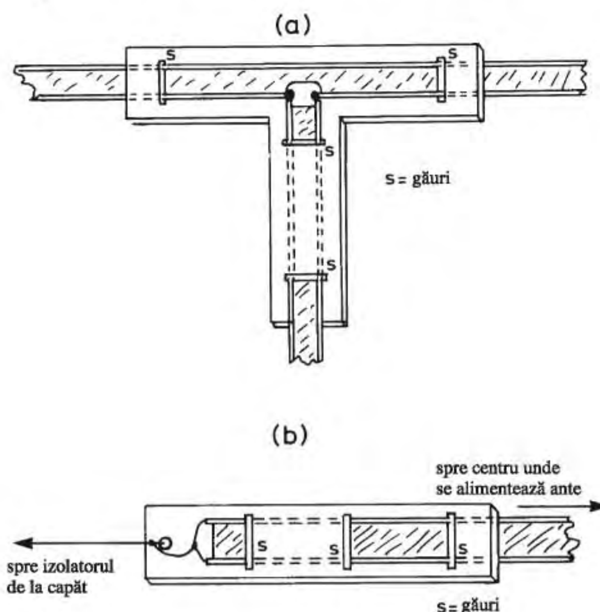


Fig. 41 (a). Placa izolantă în formă de T preia întinderile antenei şi fiderului de la conexiunile centrale. (b) O metodă de conectare a antenei (Fig. 38b) cu conductorul prelungitor de la capăt.

4.1.6. Dipoli îndoiţi ca elemente ale unei antene directive

Dipolul îndoit se foloseşte deseori ca parte a antenei directive.

Dacă elementele pasive sunt plasate aproape de dipolul îndoit [care este vibrator], sub 0,25λ, impedanţa lui scade. Dacă antena directivă este formată dintr-un vibrator liniar şi un reflector aflat la distanţa de 0,1λ, vibratorul are o impedanţă de cca 15 Ω.

Folosind ca vibrator dipolul îndoit, impedanţa va fi în acest caz de 4 ori mai mare, cca 60 Ω, care se adaptează bine cu coaxiale de 50 Ω sau 75 Ω sau fider bifilar. Multe antene directive comercializate pentru VHF şi UHF folosesc ca vibrator dipolul îndoit pentru a obţine o impedanţă uşor de adaptat.

4.2. Bucle pătrate în λ

Antena pătrat (Quad) în λ a fost concepută şi descrisă de Clarence C. Moore W9LZX în anii 1940. În anii 30 unii experimentatori ai benzii de 5 m foloseau bucle circulare în λ, realizate din tuburi de cupru. Antena pătrat este derivată din dipolul îndoit prin deformare, şi are aceeaşi distribuţie de curent (vezi fig. 42), curenţii fiind în fază în latura de sus şi de jos. Fiecare latură a pătratului este în λ/4, şi antena poate fi montată şi ca romb.

Variantele din Fig. 42 sunt alimentate la bază şi au polarizare orizontală. Dacă se alimentează la jumătatea unei laturi verticale (punctul x) polarizarea este verticală. Lungimea conductorului este ceva mai mare decât λ şi este dată de formula:

$$Pm = 306{,}3/F\ (MHz).$$

Lungimea conductorului pentru benzile de radioamatori se dă în tabelul 8.

Nu se dă şi banda de 1,8 MHz deoarece în această bandă pilonii ar trebui să aibă înălţimea de 42 m şi mai mult.

Tabelul 8
Dimensiunile antenei Quad sau Delta realizate din sârmă

Banda	lungimea totală (perimetru)	lungimea unei laturi la Quad	Delta
3,6 MHz	85,00 m	21,25 m	28,33 m
7 MHz	43,76 m	10,94 m	14,58 m
10,1 MHz	30,32 m	7,58 m	10,10 m
14,15 MHz	21,64 m	5,41 m	7,13 m
18,1 MHz	16,92 m	4,23 m	5,64 m
21,2 MHz	14,44 m	3,61 m	4,81 m
24,94 MHz	12,55 m	3,13 m	4,16 m
29 MHz	10,56 m	2,64 m	3,52 m

4.2.1. Caracteristicile Quadului

Spre deosebire de dipolul îndoit, impedanța pătratului este cca 100 Ω și câștigul ceva mai mare față de dipolul liniar în λ/2. Radiația are 2 maxime perpendiculare pe planul pătratului. Câștigul este 1dB față de dipolul în λ/2, deci o mărire de 1,26 ori a puterii în cele două direcții. Radiația are minime adânci în planul pătratului, mai pronunțate decât minimele dipolului în λ/2.

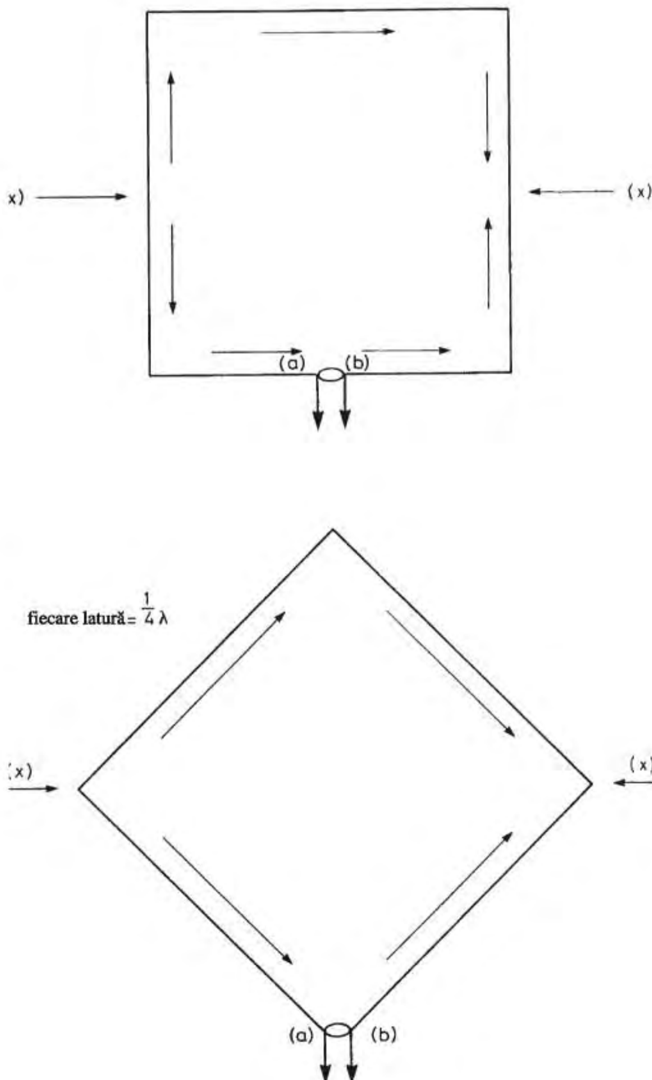


Fig. 42: Distribuția curentului de-a lungul laturilor pătratului în λ. Când este alimentat la mijlocul laturii de jos polarizarea este orizontală, iar în punctele X tensiunea trece prin maxime, impedanțele sunt mari și aceste puncte trebuie bine izolate.

Alt avantaj al buclei pătrate este că fiind o buclă închisă, este mai puțin influențată de pământ decât dipolul liniar în λ/2.
La o înălțime de λ/2 față de pământ, lobii principali de radiație ai antenei pătrat (Quad) sunt cu cca 4° mai aproape de pământ decât lobii dipolului liniar în λ/2 aflat la aceeași înălțime. Dacă înălțimea este 3/8λ unghiul de radiație este aproape cu 10° mai coborât. La înălțimea de λ/4 dipolul în λ/2 radiază mai mult în sus și este aproape inutilizabil, în timp ce antena Quand încă radiază la un unghi de 40° față de orizont. La acest unghi prima reflexie are loc la distanța de 700 km. Influența unor obiecte vecine, precum copaci sau clădiri asupra caracteristicilor antenei Quad este mică. Aceasta înseamnă că aceste antene se pot folosi cu succes chiar și în podul casei.[casa să nu fie învelită cu tablă].

4.2.2. Bucle Quad practice

Două construcții practice de antene Quad se dau în Fig. 43.
Dacă pătratul are două laturi orizontale ca în Fig. 43a, pentru susținere se folosesc bețe din bambus sau fibră de sticlă, sau șipci de lemn impregnate. Tensiunile și impedanțele în cele 4 colțuri A,B,C,D nu sunt mari și izolarea conductorului de tije poate fi modestă. Bețele de bambus se bandajează cu bandă de poliuretan contra umezelii, mai ales capetele. Placa din centru poate fi din plexiglas, textolit sau lemn impregnat și vopsit. Fiecare tijă se fixează cu scoabe în forma de U. Conectarea fiderului se face la o plăcuță izolantă.
Varianta din Fig. 43b ocupă mai mult loc. Tensiunile în punctele B și C fiind mari, conductorul se fixează pe izolatori ceramici. În punctul A tensiunea este zero. Rezonanța Quadului se verifică cu DIP-metrul, cuplat la o bobină cu o singură spiră conectată la bornele antenei în locul fiderului.

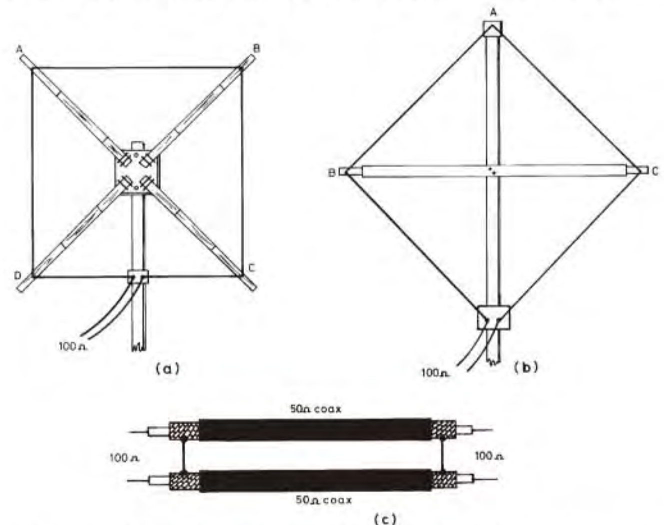


Fig. 43 (a) Antena Quad susținută de bețe de bambus. Tensiunea RF nu este mare în punctele de fixare a conductorului, și nu este nevoie de o izolare specială (b). La această construcție punctul A are impedanță [și tensiune] mică, dar punctele B și C trebuie izolate bine (c). Două bucăți de coaxial legate în paralel formează un fider simetric ecranat, cu impedanță de 100 Ω , adaptată cu Quadul

Antena Quad are impedanța de 100 Ω, greu de adaptat. Pentru a evita stuburile sau transformatoarele de adaptare, o metodă simplă este crearea unui fider cu impedanța de 100 Ω din două coaxiale de 50 Ω legate în paralel (Fig. 43c). Transmatch-ul adaptează ușor de la 100 Ω la 50 Ω. Acest tip de fider se poate chiar îngropa. Se poate alimenta antena și cu linie paralelă de 300 Ω [cu unde staționare], dar transmatch-ul este în acest caz obligatoriu. Antena are un câștig de 1dB pe două direcții opuse, deci trebuie rotită doar 90° pentru a acoperi toată lumea. Nulurile adânci ale diagramei sunt utile când vrem să micșorăm semnalele unei stații perturbatoare.

4.3. Antene buclă triunghi cu perimetrul λ.

Antena în formă de triunghi (Delta) este tot o buclă cu perimetrul λ, cu proprietăţi asemănătoare pătratului. De obicei ea este un triunghi echilateral, cu o latură orizontală sus sau jos.

Antena Delta este răspândită în benzile joase deoarece are probleme mai uşoare mecanice decât pătratul. La acelaşi perimetru triunghiul are o suprafaţă mai mică decât pătratul, deci un câştig mai mic. Suprafaţa maximă închisă o are cercul, la acelaşi perimetru, dar problemele mecanice de susţinere sunt mari. Dacă bucla triunghiulară (Delta loop) are latura de bază mai lungă decât celelalte laturi şi unghiul vârfului este obtuz, ea începe să semene cu dipolul îndoit şi câştigul dispare. Antena Delta loop echilaterală are câştigul de 0,5 dB faţă de dipolul în λ/2 şi mai mic cu 0,5 dB faţă de bucla pătrată (Quad). Două treimi din câştigul antenei Delta este realizat de latura orizontală şi 1/3 de laturile înclinate. Există 5 variante de poziţionare şi alimentare a antenei Delta (Fig. 44). Variantele din Fig. 44 a, c şi d au polarizare orizontală iar b şi c - verticală. Înălţimea efectivă a antenei este mai mare când una din laturi este sus. Punctele unde tensiunea are maxime sunt notate cu x. (ele se află la distanţa de λ/4 de bornele antenei)

Înălţimea efectivă medie se poate calcula astfel: Când o latură se află sus, înălţimea efectivă este înălţimea ei faţă de pământ minus 1/12λ. Când o latură este baza triunghiului, înălţimea efectivă este înălţimea vârfului faţă de pământ minus 1/4λ.

Perimetrul antenei Delta este acelaşi cu cel al antenei Quand, calculat cu formula:

Pm =306,3/F (MHz).

Radiaţia maximă a antenei Delta este perpendiculară pe planul ei, ca şi la Quad, pe două direcţii. Impedanţa triunghiului echilateral este 70 Ω şi creşte la peste 100 Ω când una din laturi se lungeşte. Ca şi la Quad, radiaţia în planul triunghiului are minime.

4.3.1. Performanţe

Performanţele antenelor Quad şi delta sunt determinate în mare parte de înălţimea faţă de pământ. Ambele au o înălţime efectivă medie (vezi fig. 44 pentru bucle delta), egală cu înălţimea dipolului în λ/2 în aceeaşi bandă. În cazul pătratului înălţimea efectivă este înălţimea centrului său.

Pentru comunicaţii la mare distanţă dipolul în λ/2 trebuie să fie cel puţin la înălţimea de λ/2 faţă de pământ, iar antenele buclă să aibă înălţimea efectivă de λ/2. Unghiul de radiaţie [faţă de pământ] al antenelor Delta depinde mult de poziţia triunghiului şi a bornelor de alimentare. Doar varianta din Fig. 44b, cu unghi de plecare 27° şi varianta e, cu unghi de plecare 20° sunt bune la DX, ambele având polarizare verticală. Variantele a, c şi d, cu polarizare orizontală, au unghiuri de plecare de 80°- 47°. Variantele a şi c sunt utile doar la distanţe mici. Varianta d are prima reflexie la cca 700 km, în timp ce variantele b şi e cu polarizare verticală au prima reflexie la 1000-1800 km.

Din păcate, varianta e, cea mai bună la DX, are nevoie de doi piloni şi bornele de alimentare în poziţie neconvenabilă. Varianta b necesită doar un pilon şi se alimentează într-unul din colţurile de jos, fiind mai convenabilă, chiar şi în benzile joase.

4.3.2. Antene Delta practice

Două variante de instalare a antenei Delta se dau în Fig. 45, ambele pentru banda de 14 MHz. Varianta din Fig. 45a are înălţimea efectivă aproape λ/2 şi asigură un unghi mic de radiaţie.

Poziţia neconvenabilă a bornelor de alimentare a antenei se rezolvă dacă ea se află aproape de casă. Fiderul nu trebuie să coboare vertical deoarece în acest caz desimetrizează sistemul şi dezacordează antena.

În Fig. 45b se foloseşte un singur pilon nemetalic înalt de 10 m iar colţurile de jos sunt trase cu corzi de nailon. În această

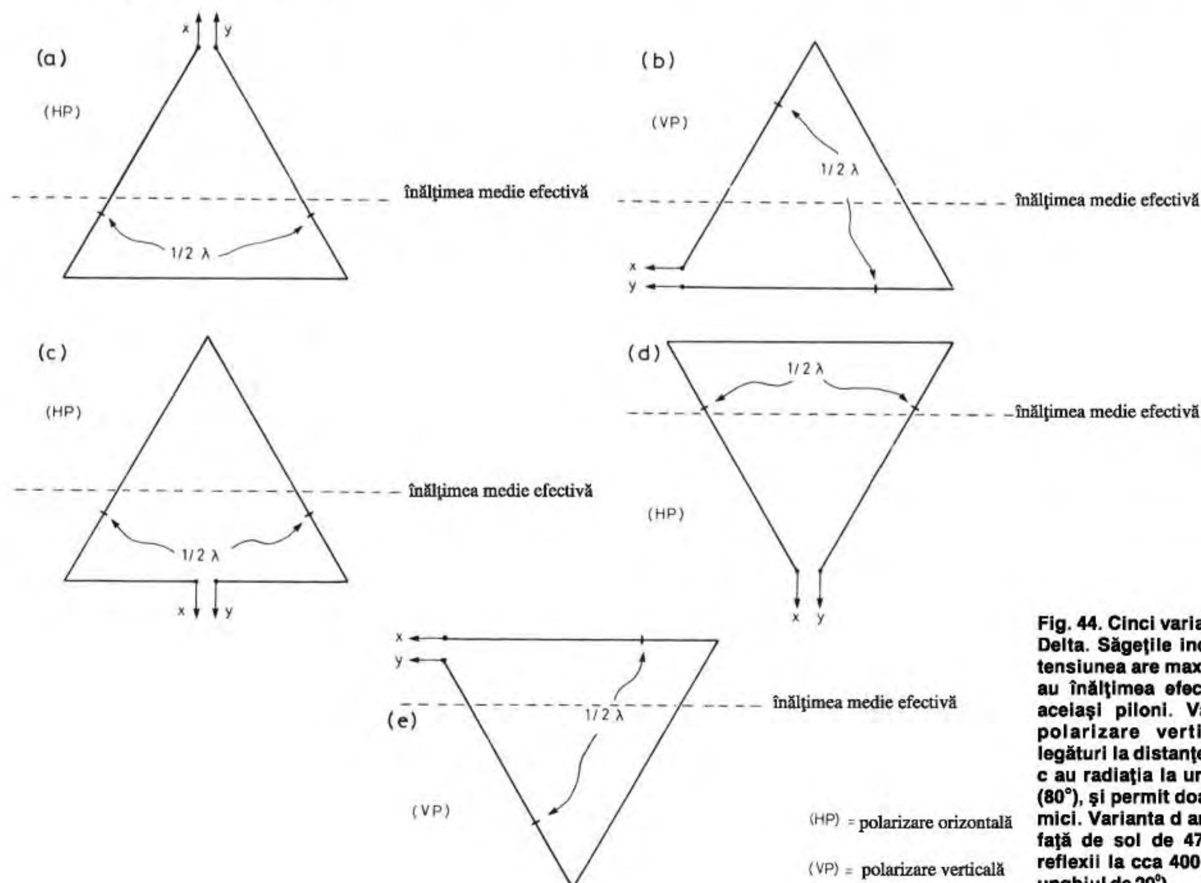
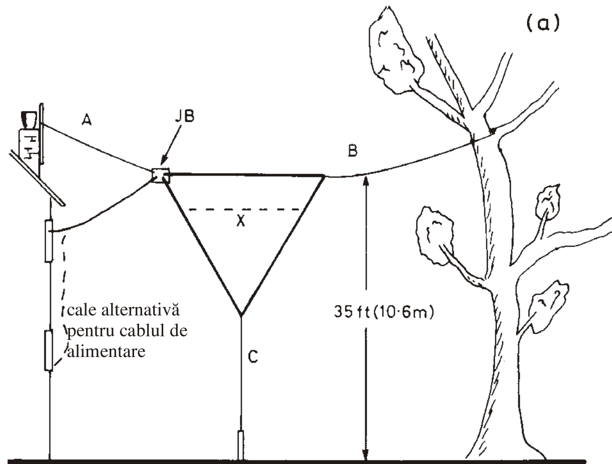


Fig. 44. Cinci variante ale antenei buclă Delta. Săgeţile indică punctele x unde tensiunea are maxime. Variantele d şi e au înălţimea efectivă maximă, pentru aceleaşi piloni. Variantele b şi e au polarizare verticală bună pentru legături la distanţe mari. Variantele a şi c au radiaţia la unghi mare faţă de sol (80°), şi permit doar legături la distanţe mici. Varianta d are unghiul de plecare faţă de sol de 47° şi distanţa primei reflexii la cca 400 mile (alte surse dau unghiul de 20°).

variantă fiderul poate coborî la pământ, apoi merge pe sau în pământ.

Nu este nevoie de izolatori deoarece tensiunile la colţurile triunghiului nu sunt mari. Bornele antenei au tensiune mică şi se fixează pe o placă izolantă impermeabilă. Dacă pilonul este mai înalt se poate realiza o astfel de antenă pentru 7 sau 3,5 MHz, mărind unghiul de la vârf de la 60° la 90°, pentru a reduce înălţimea triunghiului. În acest caz un pilon înalt de 15 m permite susţinerea antenei delta pentru 7 MHz. Copacii se pot de asemenea folosi ca suporţi de antenă Delta, fără (



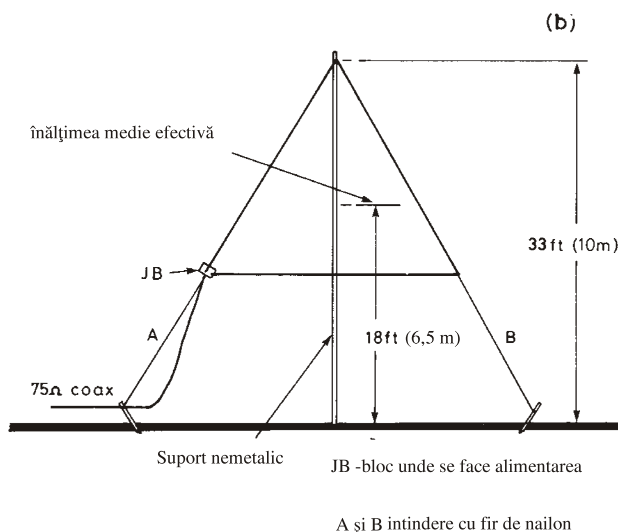


Fig. 45 (a). O antenă Delta pentru 14 MHz de tipul celei din Fig. 44e, suspendată între doi suporţi. Unghiul de radiaţie este numai 20°. (b) Această variantă are un simplu pilon şi corespunde Fig. 44b. Înălţimea efectivă este doar 6,5 m în timp ce antena din Fig. 45a are înălţimea efectivă aproape λ/2

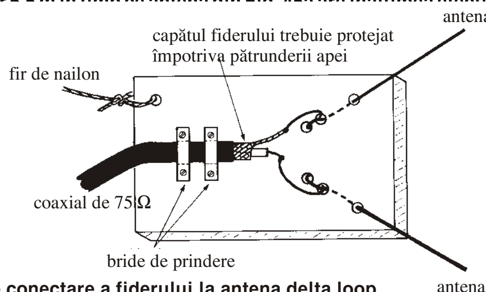


Fig 46. O idee de conectare a fiderului la antena delta loop

În Fig. 46 se dă placa de conectare a fiderului la antena Delta realizată din orice plastic. Sudurile şi capătul coaxialului trebuie impermeabilizate cu grijă. Fiderul poate fi coaxial de 75 Ω sau o linie acordată iar adaptarea cu ieşirea de 50 Ω a staţiei se face cu un transmaci.

Folosirea buclelor delta pe armonici mult depărtate de frecvenţa de bază nu se recomandă. Un radioclub a folosit un Delta loop tăiat pentru banda de 3,5 MHz în „ziua de câmp" şi rezultatele fiind slabe în benzile superioare, s-a folosit un dipol cu trapuri.

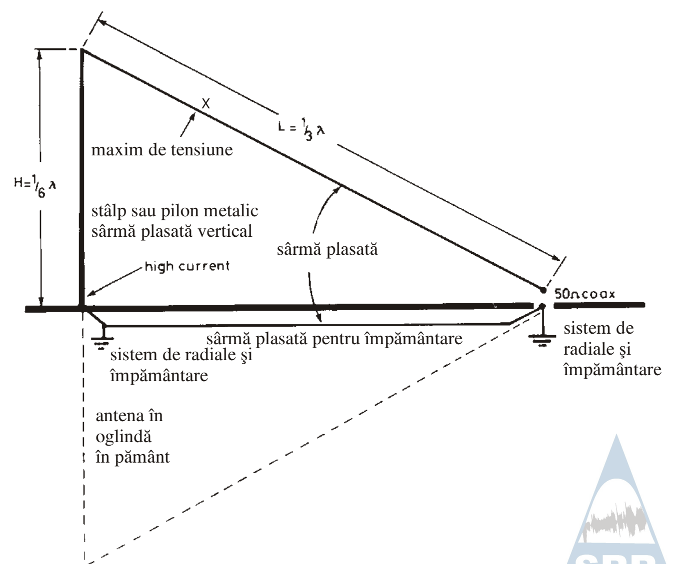
4.4. Antena semi-Delta lucrând cu pământul

Această antenă a fost concepută de John S. Belrose VE2CV şi publicată în revista „Ham radio" din SUA în mai 1982. Ea a beneficiat de puţină atenţie în Europa, deoarece necesită un teren mare şi un pilon foarte înalt în 1,8 MHz. Schiţa şi dimensiunile antenei semi-Delta se dau în Fig. 47. Elementul cel mai important este pilonul metalic pus la pământ care este principalul radiant. Belrose folosea un pilon cu zăbrele, înalt de 30,5 m firul înclinat de 62,79 m fiind conectat electric la vârful lui.

Aceste dimensiuni sunt pentru 1,8 MHz. În 3,5 sau 7 MHz se folosesc piloni înalţi de 15 m respectiv 7,6 m şi conductori înclinaţi mai scurţi. Autorul antenei arată că ea este jumătate din antena Delta în λ, cealaltă jumătate fiind reflexia ei în pământ.

Între pilon şi punctul de conectare a fiderului se montează un conductor gros. La baza pilonului şi în punctul de conectare a fiderului trebuie să existe prize de pământ bune şi radiale.

Impedanţa antenei este cca 50 Ω . Lungimea conductorului înclinat se reglează pentru a obţine frecvenţa de rezonanţă. Unii radioamatori englezi au constatat că dimensiunile date de Belrose sunt puţin cam mici.



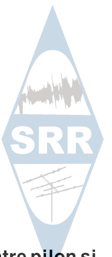


Fig. 47. Antena semidelta VE2CV. Conductorul de întoarcere dintre pilon şi fider este important, ca şi cele două prize de pământ, de la baza pilonului şi de la punctele de alimentare.

La frecvenţa de bază antena semiDelta lucrând cu pământul este eficientă la unghi mic de plecare, având o diagramă de radiaţie în plan orizontal similară cu antena verticală în λ/4 Marconi. Totuşi diagrama nu este circulară, ci alungită în direcţiile perpendiculare pe planul antenei, fără minime ca la antena pătrat sau triunghi. Un avantaj al antenei

semiDelta lucrând cu pământul constă în performanțele bune pe armonici, la acestea radiația fiind maximă în planul antenei, cu doi lobi largi, fără nuluri adânci, și impedanța mărită la 100 Ω până la 1000 Ω. Pentru adaptare este nevoie de un circuit în L pentru fiecare bandă, ceea ce complică lucrurile și o face nepopulară.

4.4.1. Este ea o antenă buclă adevărată?

Autorul a încercat experimental câteva variante ale antenei VE2CV și are propria teorie privind funcționarea antenei. Probabil cea mai simplă explicație este să privim antena ca o antenă verticală pusă la pământ și alimentată la vârf. Fiderul este conductorul înclinat, care nu contribuie foarte mult la radiație, și lucrează împreună cu pământul, o porțiune mare fiind apropiată de pământ, în raport cu λ. La capătul lui apropiat de pământ, unde curentul este mare, conductorul radiază puțin. Urcând de-a lungul conductorului, curentul scade, tensiunea crește, până în punctul x (Fig. 47) unde tensiunea și impedanța sunt maxime, iar radiația minimă. În continuare, urcând până la pilon și coborând până la pământ unda de curent este mare, cu maxim la bază. Aproape toată radiația este dată de pilonul de 30,5 m.

Conductorul de întoarcere de la pilon la bornele de alimentare mărește randamentul conductorului înclinat ca și cele două prize de pământ și radialele, care măresc eficacitatea antenei. Este o explicație modestă, poate greșită, dar autorului i se pare logică.

4.4.2. Încercați una singuri.

O antenă de acest tip, pentru 7 MHz, necesită un pilon metalic de numai 7,6 m (sau un conductor pe lângă un pilon din lemn) și un teren de 15 m lungime. Lungimea conductorului înclinat este cca 15,85 m. Antena lucrează în 7,14 și 28 MHz.

Antena se poate alimenta și cu linie acordată, adaptarea cu emițătorul fiind realizată de un transmatch, evitând astfel comutarea de la distanță a circuitelor de adaptare în L montate la capătul conductorului înclinat.

4.5. Antena dipol îndoit, cu rezistență de sarcină.

Această antenă a fost concepută în 1949 de Cpt. G.L. Countryman W3HH din marina SUA și publicată în revista „QST" a ARRL din iunie, care a arătat utilitatea ei pentru radioamatori. Următorul articol despre antenă, de același autor, a apărut în „CQ Antenna Roundup 1963". Antena este poreclită de obicei T2FD [1]. Ea a fost folosită la stația radio a marinei, din Long Beach, California, cu mare succes, diagrama de radiație și intensitatea câmpului fiind superioare antenei Marconi.

Bazele aviației SUA din Pacific și unele stații radio pe unde medii din SUA și JAPONIA au folosit această antenă. Autorul a folosit antena din 1951 când lucra în 14 MHz cu o variantă de cameră lungă de 3,66 m. Schița antenei se dă în Fig. 48. Ea seamănă cu dipolul îndoit dar dimensiunile, rezistența neinductivă R și înclinarea de 20 -40° fac antena să lucreze nerezonant, cu polarizare verticală, pe o gamă de frecvențe de cel puțin 4:1. Antena W3HH calculată la 7 MHz lucrează bine și peste 30MHz și mai slab, chiar și în 3,5 MHz și poate fi alimentată ușor cu linie bifilară de 300 Ω, neacordată [adaptată, fără unde staționare]. Montată la unghiul optim de 30° antena W3HH radiază aproape omnidirecțional, la unghi mic, asemănător cu antena verticală în λ/4 Marconi. Antena radiază ceva mai slab în direcția capătului înălțat, care trebuie orientat spre o zonă neinteresantă. Antena este utilă într-un spațiu mic, deoarece este mai scurtă decât dipolul în λ/2, la aceeași frecvență. În 7 MHz dipolul în λ/2 are cca. 20 m iar antena W3HH doar 14,33 m. Pentru a fi eficient, dipolul în λ/2 trebuie înălțat la cel puțin 18,3 m, iar antena W3HH necesită doar un pilon înalt de 11m și un pilonaș de 1,8 m la capătul de jos.

4.5.1. Criterii de proiectare.

Autorul nu a găsit un text care să explice cum funcționează antena W3HH. Countryman (W3HH) descria în glumă antena ca fiind o antenă rombică turtită. Antena pare un dipol îndoit amortizat cu o rezistență, pentru lărgirea benzii, dar rămâne

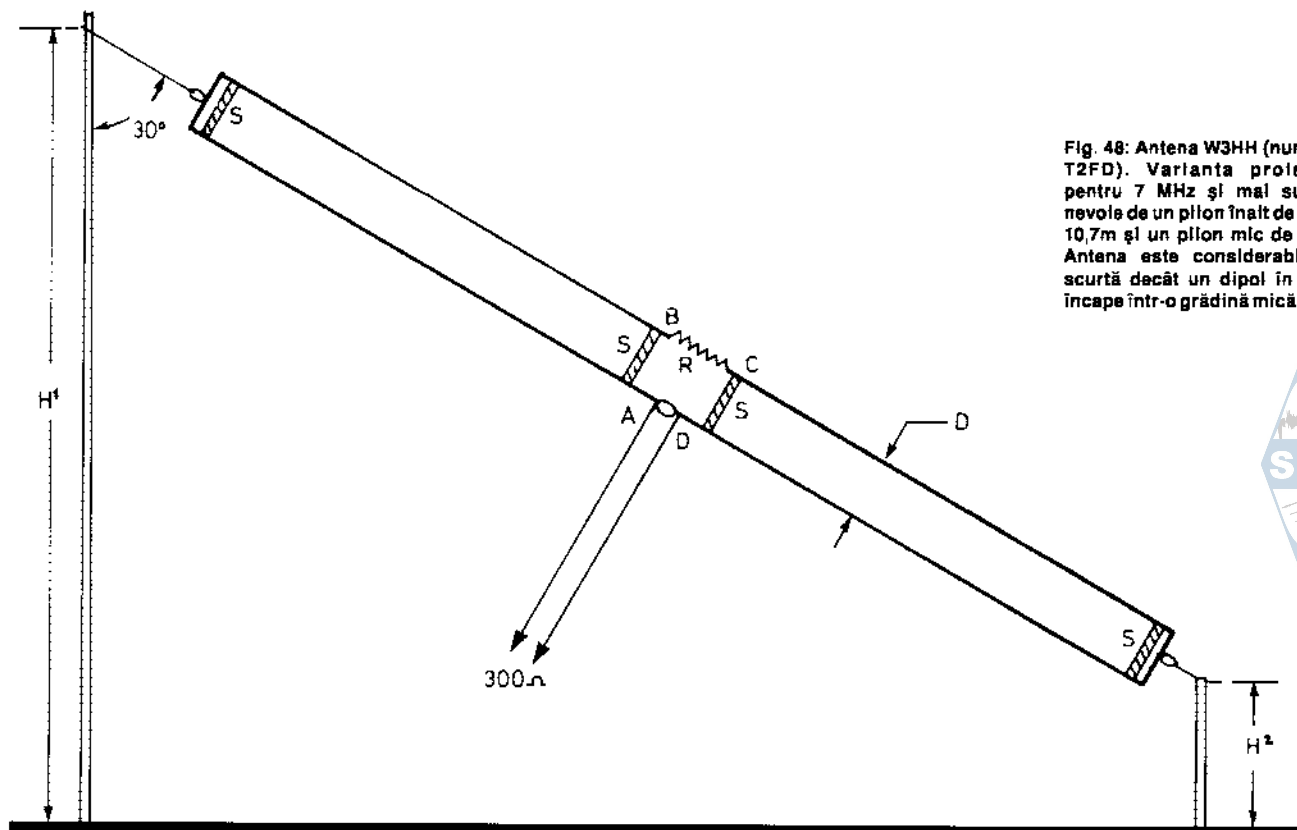


Fig. 48: Antena W3HH (numită și T2FD). Varianta proiectată pentru 7 MHz și mai sus are nevoie de un pilon înalt de numai 10,7m și un pilon mic de 1,8 m. Antena este considerabil mai scurtă decât un dipol în λ/2 și încape într-o grădină mică.



un mister dimensionarea ei. Totuşi există parametri ficşi care trebuie respectaţi la realizarea antenei. Lungimea totalăîn m este dată de formula: L_m= 100/F_{MHz}, unde F este frecvenţa minimă de lucru.

Antena funcţionează şi la F/2, dar mai slab. Distanţa dintre conductoarele paralele se determină cu formula:

$$D_{metri} = 3/F(MHz).$$

Rezistenţa R trebuie să fie neinductivă ca antena să lucreze aperiodic, pe o bandă largă de frecvenţe. Valoarea ei depinde de impedanţa fiderului. Cu fider din linie bifilară de 300 Ω, valoarea optimă a rezistenţei este 400 Ω, dar merge şi 375-425 Ω. Cu linie paralelă cu aer de 450 Ω, rezistenţa optimă are 500 Ω, iar cu linie de 600 Ω - 650Ω. Unii au experimentat fideri de impedanţă mică, inclusiv cablu coaxial, dar rezistenţa are o valoare critică ± 5 Ω.

Rezistenţa disipă 35% din puterea emiţătorului, ceea ce pare mult dar semnalul scade cu numai 1,5-2dB [neobservabil auditiv], care se compensează cu unghiul mic de radiaţie al antenei.

Modelarea antenei pe calculator a arătat că frecvenţa maximă este practic limitată numai de comportarea rezistenţei terminale.

4.5.2. Probleme constructive.

Antena W3HH se poate asambla folosind două conductoare de aceeaşi lungime, unul pentru jumătatea A-B, altul pentru jumătatea C-D (vezi Fig. 48).

Lungimile celor două conductoare, pentru fiecare bandă, se dau în Tabelul 9, de asemenea distanţa D. Copacii şi clădirile se pot folosi în loc de pilon. Clădirile produc o oarecare atenuare a radiaţiei în direcţia lor. Pilonul mic care fixează capătul de jos este pentru protecţia persoanelor şi animalelor. Varianta realizată de autor a avut nevoie de un distanţier la mijloc şi două la capete, dar se pot pune mai mulţi. Dacă distanţierii de la capete sunt realizati ca în Fig. 49, de exemplu din plexiglass, nu mai este nevoie de alţi izolatori.

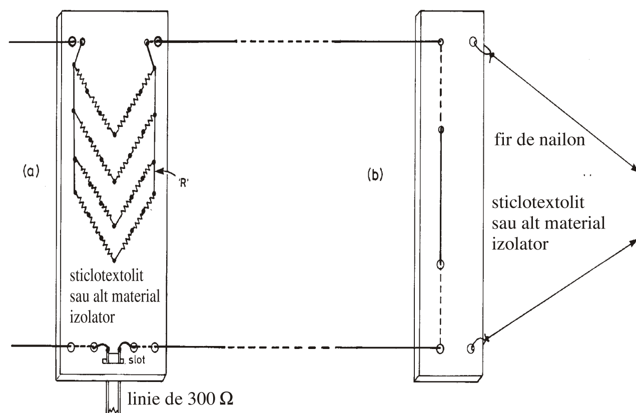


Fig. 49 (a): Placa izolantă-distanţier din centrul antenei W3HH susţine gruparea de rezistenţe şi fiderul de 300 Ω. (b) Antena este petrecută prin găurile distanţierilor de la capete, realizaţi din plexiglass gros de 6 mm. Antena pentru 7 MHz are nevoie de doi distanţieri la capete şi unul la mijloc.

Placa izolantă din centru are pe ea conexiunile cu linia paralelă de 300 Ω (de preferinţă tip Bofa cu fante) şi rezistenţa terminală. Rezistenţa este o combinaţie de rezistenţe de putere mică legate în serie şi paralel. În CW puterea se aplică în impulsuri, cca 50% din timp iar în SSB un timp chiar mai scurt. Dacă la alte moduri de lucru purtătoarea este continuă (FSK sau FM), puterea disipată va fi mai mare.

La puterea de 100 W, în CW rezistenţa disipă doar cca 18 W, iar în SSB - mai puţin. Se pot folosi 24 rezistenţe de 270 Ohmi la 2 W care vor fi călduţe la purtătoare continuă şi vor funcţiona la 300 W PEP în SSB. Se fac 4 şiruri de câte 6 rezistenţe (1620 Ω) care legate în paralel dau 405 Ω. Rezistenţele sunt cu peliculă de carbon. Este necesară protecţia lor la intemperii. Autorul a acoperit toate rezistenţele şi conexiunile cu lac de cauciuc siliconic, transparent. Dacă se pot procura rezistenţe neinductive bobinate de 400Ω /80W, sau din pastă de carbon, montarea se face ca în Fig. 50. Coarda care uneşte izolatorii trebuie să reziste la încălzire şi tracţiune. Se protejează doar conexiunile la rezistenţă.

Tabelul 9. Dimensiuni pentru antena T2FD

Banda MHz	Perimetrul total m.	spaţierea dintre conductoare m.
1,8	55,54	1,66
3,6	27,76	0,83
7,0	14,28	0,42
10,1	9,90	0,30
14,15	7,06	0,21
21,2	4,70	0,14
29,0	3,44	0,10

antena având acoperire 4:1 nu s-au dat datele pentru toate benzile

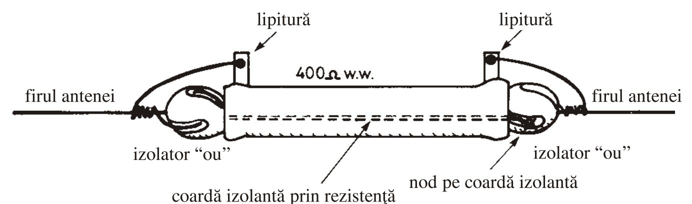


Fig. 50

4.5.3. Fiderul.

Antena W3HH corect proiectată, cu rezistenţă neinductivă terminală prezintă o impedanţă constantă în gama de frecvenţe acoperite. Antena descrisă trebuie să aibă un fider de 300 Ω care merge direct la transmatch. Dacă distanţa este mare, se poate intercala un balun 4:1 (vezi Fig. 39) care transformă impedanţa în 75 Ω nesimetric şi se continuă cu cablu coaxial.

Un dezavantaj al antenelor aperiodice este că radiază toate armonicile create de emiţător, deci este necesar un transmatch care le elimină, în cazul antenei W3HH. Antena W3HH este un sistem simetric, care limitează perturbaţiile electromagnetice. Problemele armonicilor VHF se elimină dacă între emiţător şi transmatch se introduce un filtru trece-jos.

4.5.4. Punerea la pământ

Literatura privind antena W3HH nu menţionează avantajul unui sistem bun de înpământare, dar autorul şi alţi utilizatori au constatat că ea funcţionează mai bine deasupra a câteva radiale conectate la transmatch. Aceasta nu este surprinzător, deoarece antena pare să aibă multe asemănări [?] cu antena verticală Marconi care se bazează pe un pământ cu rezistivitate mică.

ANTENE MARCONI ŞI SISTEME DE "METALIZARE" A SOLULUI

Antenele tip „Hertz" trebuie să aibă înălţimea faţă de pământ cel puţin λ/2 pentru a radia la unghi mic (pentru comunicaţii la mare distanţă). Aceasta este uşor de realizat la frecvenţe înalte, dar pentru 3,5 sau 1,8 MHz dipolul în λ/2 trebuie să se afle la înălţimea de 39,6 m, respectiv 76 m pentru a îndeplini condiţia. Puţini radioamatori au piloni înalţi de 30 m şi pentru a lucra la DX în benzile joase trebuie să folosească antene tip Marconi. Antenele Marconi [verticale] au o „carieră" de succes care a început la începutul secolului 20.

„...Inventarea antenei în λ/4 care lucrează cu pământul, acesta fiind una din plăcile condensatorului, este una din cele mai importante contribuţii ale lui Marconi în tehnica radio.

Deoarece tensiunea este zero [nod] la baza ei, baza poate fi legată la pământ fără a afecta distribuţia tensiunii şi curentului de-a lungul antenei" (Manualul radiotelegrafistului, volumul 2, editat de Amiralitatea Britanică, 1938).

Aparent simplă în concepţie, antena Marconi [verticală] are probleme serioase pentru a fi un radiator eficient. Problemele sunt înălţimea fizică a antenei şi conductivitatea solului. De exemplu, o antenă verticală scurtată la 4,2 m (0,03λ) „funcţionând" la 1,8 MHz cu bobină de „alungire" la bază, cu un sistem modest de radiale care dă o rezistenţă de pierderi în pământ de cca 100 Ω, are un randament de 0,26%!
Aceasta înseamnă că aplicând o putere de 8 W, antena radiază doar 20 mW. Restul de 7,98 W încălzeşte pământul şi bobina de la baza ei.

În Fig. 51 a se dă antena Marconi în λ/4 ideală, cu pământ perfect conductor constând dintr-o placă metalică mult mai mare decât λ (sau o suprafaţă mare de apă sărată).

Un pământ perfect conductor se comportă ca un ecran electrostatic care creează o „imagine" a antenei sub antena reală.

Această „imagine" electrică completează latura de λ/4 care lipseşte din dipolul în λ/2, curentul din această latură fiind de fapt curenţii care circulă prin pământ înspre baza antenei. Impedanţa între baza antenei şi pământul ideal este cca 36 Ω, jumătate din impedanţa dipolului în λ/2. Curentul în antena verticală în λ/4 este maxim la bază, deci aici radiaţia este maximă (vezi Fig. 51 b). Radiaţia are polarizare verticală şi egală în toate direcţiile în jurul antenei.

O mare parte din radiaţia antenei este la unghiuri mici faţă de orizont, dacă pământul are o conductibilitate mare, ceea ce face antena Marconi foarte atractivă pentru legături la distanţe mici (cu unda de sol) şi la distanţe mari, în benzile joase.

După refracţia în ionosferă, undele ajung la distanţe mari cu polarizarea modificată, dar aceasta nu are importanţă.

Antena verticală în λ/4 poate fi comparată cu o lamelă elastică vibrantă care dă un ton cu lungimea de undă de 4 ori lungimea lamelei.

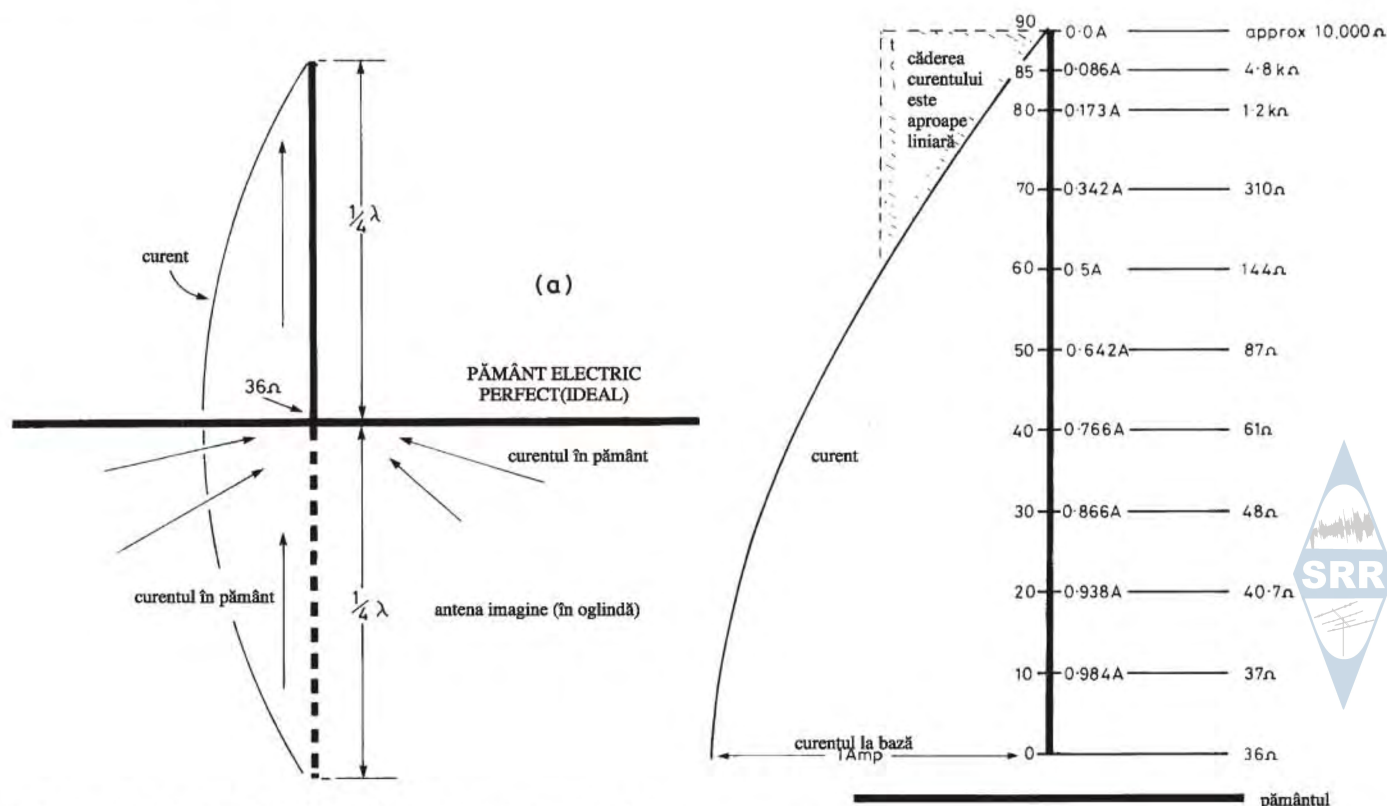


Fig. 51. (a): Antena verticală Marconi în λ/4 deasupra unui pământ perfect conductor şi „imaginea" ei în pământ. Majoritatea curenţilor de întoarcere în pământ se concentrează în apropierea antenei. (b) O antenă verticală în λ/4 deasupra unui pământ perfect conductor excitată cu 36 W. Valoarea curentului în antenă, în puncte din 10° în 10° de lungime electrică şi impedanţă în aceste puncte sunt notate în dreapta antenei. Curentul scade rapid spre vârful antenei, iar impedanţa creşte rapid [şi este reactivă]. Este interesant cum curba curentului pe ultimii 30° spre vârful antenei este aproape liniară.

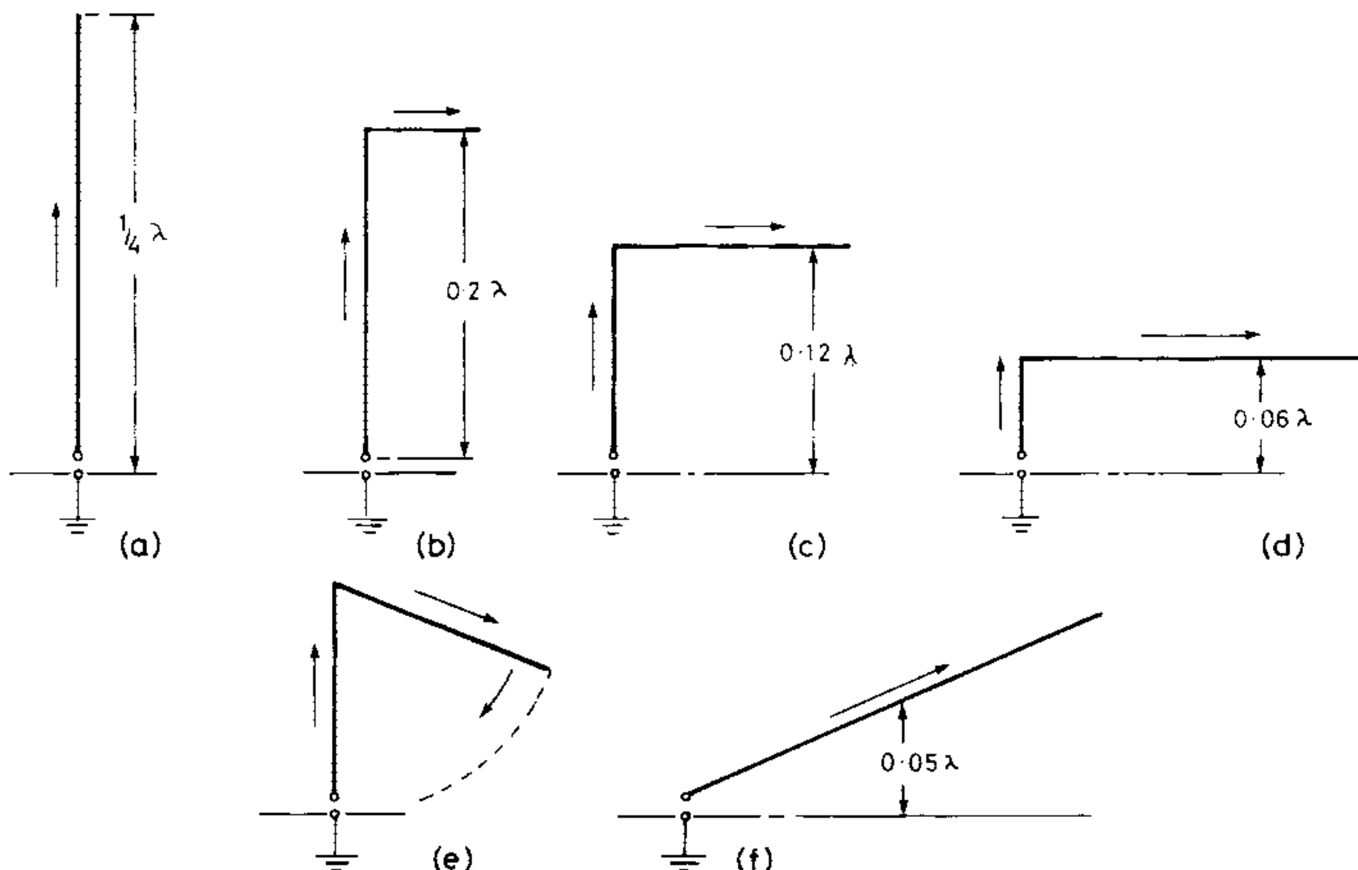


Fig. 52. O antenă verticală în λ/4 poate avea o porţiune de la vârf frântă orizontal, ca în (a), (b) şi (c), de unde denumirea „L întors". Când partea verticală se reduce puterea radiată la unghi mic, cu polarizată vertical, scade, iar puterea radiată la unghi mare, de partea orizontală, creşte.

Varianta d radiază mai mult la unghiuri mari, şi permite doar legături la distanţe mici şi medii, iar unda de sol este slabă. Înclinarea părţii orizontale (e) face ca radiaţia ei să fie opusă părţii verticale, deoarece curenţii din cele două părţi au sensuri opuse şi să se anuleze în mare parte. Varianta f este o antenă în λ/4 înclinată.

5.1. Instalări practice.

Rareori este posibil sau convenabil să se înalţe o antenă verticală cu lungimea λ/4 în benzile joase, deşi în benzile superioare ele se folosesc deseori sub denumirea „ground plane" - antena cu plan de pământ realizat din radiale.

În Fig. 52a antena în λ/4 cu impedanţă la bază 36Ω este verticală. În Fig. 52b, c, şi d antena are o parte verticală care se micşorează şi o parte orizontală care creşte. La varianta „d" doar 25% din antenă este verticală, restul fiind orizontală, la înălţimea de 0,06λ faţă de pământ. Variantele verticalei „frânte" b, c şi d sunt deseori numite „L întors" şi se folosesc mult când partea verticală este mică. Partea verticală fiind mică, puterea radiată la unghiuri mici se reduce şi creşte puterea radiată de partea orizontală, la unghiuri mari, deoarece înălţimea ei faţă de pământ este mică.

O antenă în L întors ca aceea din Fig. 52c unde partea orizontală este egală cu partea verticală, radiază bine la unghiuri mici dar şi la unghiuri mari, unda de sol acoperind o zonă de cca 70 km, iar partea orizontală o zonă până la 800 km. În Fig. 52 e jumătatea de sus a antenei este rabatată în jos, ceea ce reduce radiaţia părţii verticale, curenţii fiind de sens contrar şi câmpurile radiate de sensuri contrare. În Fig. 52 f antena stă înclinat şi există o componentă polarizată vertical şi alta orizontal, în funcţie de unghiul de înclinare.

Înălţimea mijlocului antenei în acest caz este doar 0,05λ iar antena se comportă ca o linie de transmisie monofilară, cu pierderi, al doilea conductor al liniei fiind pământul, toată radiaţia fiind la unghiuri mari.

De asemenea unda de sol este foarte slabă, astfel că antena înclinată este slabă şi local şi la DX.

O altă particularitate a antenei L inversat este că ea radiază mai puternic în direcţia care a fost "pliată".

Această directivitate poate fi folosită dacă se doresc legături cu anumite ţări sau continente.

Toate antenele din Fig. 52 sunt de lungime fizică completă λ/4 tip Marconi şi au impedanţă de cca 36 Ω la bază. Probabil că cel mai simplu dispozitiv de alimentare a antenei este o linie cu impedanţă caracteristică pe jumătate realizată din două bucăţi de coaxial de 75Ω legate în paralel (Fig. 53)

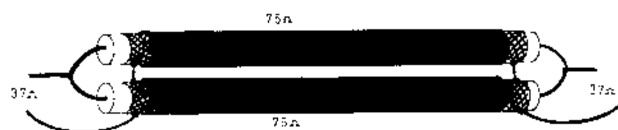


Fig. 53: Două bucăţi de coaxial de 75 Ω se pot conecta în paralel, rezultând un „coaxial" de 37 Ω, care se poate folosi la alimentarea antenei Marconi, verticală în λ/4.

Autorul a folosit această metodă cu succes, dar pentru un fider lung ar fi destul de costisitor. Fiderul de 37 Ω se conectează la transmatch care face adaptarea cu ieşirea transceiverului, de 50 Ω şi constituie un circuit acordat între echipament şi antenă. Altă cale de alimentare a antenei în λ/4 este montarea unui circuit acordat la baza antenei care permite adaptarea cu fiderul coaxial de orice impedanţă. Totuşi un astfel de circuit necesită o bună protecţie la intemperii şi acord de la distanţă.

5.2. Rezistenţa de radiaţie

În capitolele anterioare s-a discutat despre impedanţa antenei, care este pur rezistivă când antena este la rezonanţă şi are o componentă reactivă când antena este mai lungă sau mai scurtă. Pentru antenele Marconi [verticale] scurtate, care pot fi aduse la rezonanţă prin „încărcare" cu capacitate la vârf sau bobină la bază (sau la mijloc), foarte importantă este rezistenţa de radiaţie. Rezistenţa de radiaţie (invizibilă) înmulţită cu pătratul curentului de la baza antenei, dă puterea

radiată. Energia aplicată antenei se consumă o parte prin radiaţie şi o parte rin încălzirea rezistenţei antenei, pământului, bobinei de alungire şi a dielectricelor din jur. În cazul unei rezistenţe obişnuite R, puterea $P=R\cdot I^2$ se transformă doar în căldură. În cazul antenei fără pierderi, R este rezistenţa „de radiaţie", care semnifică „pierderile" prin radiaţia câmpului electromagnetic. În cazul obişnuit antena are pierderi şi R este suma rezistenţei de radiaţie cu rezistenţa de pierderi: R =Rr +Rp. Rezistenţa de pierderi include rezistenţa pământului şi a conductorului antenei.

Rezistenţa de radiaţie a antenei Marconi este foarte importantă şi hotărăşte randamentul antenei.

5.3. „Încărcarea" antenei la bază şi la vârf.

Antenele verticale Marconi în λ/4 continuă să radieze [mai slab] dacă sunt scurtate şi aduse la rezonanţă prin „încărcare".

Există două metode mai folosite de „încărcare": la bază şi la vârf. O variantă intermediară este „încărcarea" la centru (sau orice alt punct) mai dificilă constructiv, folosită mai ales la antene foarte scurtate pentru lucrul mobil, şi foarte rar la antene fixe.

În Fig. 54a este un exemplu tipic de „încărcare" a antenei scurtate cu ajutorul unei bobine, la bază. Bobina înlocuieşte electric porţiunea care lipseşte din antenă [dar bobina nu radiază]. Metoda este simplă iar bobina se poate [uneori] plasa în staţie. Din păcate metoda este cea mai ineficientă şi micşorează rezistenţa de radiaţie a antenei. Antena verticală în λ/4 Marconi radiază maxim cu porţiunea parcursă de curentul maxim, în acest caz aceasta fiind bobina, care nu radiază. Bobina pusă la bază are conductorul cam de două ori mai lung decât porţiunea lipsă din antenă şi are pierderi ohmice, chiar dacă conductorul este gros. Autorul are o antenă marconi lungă de peste 60 m, fără bobină, care are în curent continuu rezistenţa de 0,5 Ω , iar în RF - ceva mai mare.

În Fig. 54b se dă o antenă Marconi scurtată, cu bobina la mijloc, iar în Fig.54c cu bobina la vârf, rar folosită deoarece bobina trebuie să aibă inductanţă mare [la vârf curentul fiind mic] şi tensiunea ridicată poate provoca descărcări prin efect corona, în lipsa unor măsuri speciale. În Fig. 54d se dă o combinaţie de „încărcare" inductivă şi capacitivă la vârf. Conductorul adăugat la vârf permite micşorarea bobinei.

scurtcircuitează jos capetele fiderului (paralel sau coaxial). Dar în acest caz este nevoie de o priză de pământ foarte bună şi chiar de radiale, deoarece pământul nu este un plan conductor perfect.

Multe legături DX se pot astfel realiza în 1,8 MHz cu dipolul orizontal pentru 3,5MHz, transformat în antenă verticală în T.

Pentru a mări capacitatea „terminală" se pot conecta în paralel mai multe conductoare orizontale ca în Fig. 54 f. Această soluţie este folosită pe vapoare şi la staţii de radiodifuziune şi radiofaruri de navigaţie, pe unde lungi, terestre.

Curenţii în cele două laturi ale părţii orizontale sunt egali şi de sens contrar, astfel că radiaţia lor se anulează reciproc aproape total. Există doar o slabă radiaţie cu polarizare orizontală, perpendiculară pe conductorul orizontal. Pentru eliminarea ei se mai pune un conductor orizontal, perpendicular pe primul. Cele 4 „raze" din vârf pot fi înclinate puţin, în jos, fără a afecta mult eficienţa antenei verticale.

Toate variantele antenei verticale, din Fig. 52 şi 54 se alimentează la bază cu fideri de impedanţă mică, coaxiali. Ele sunt antene monoband. Pe frecvenţe armonice [pare] impedanţa lor este foarte mare, deci nu se adaptează cu fiderul coaxial.

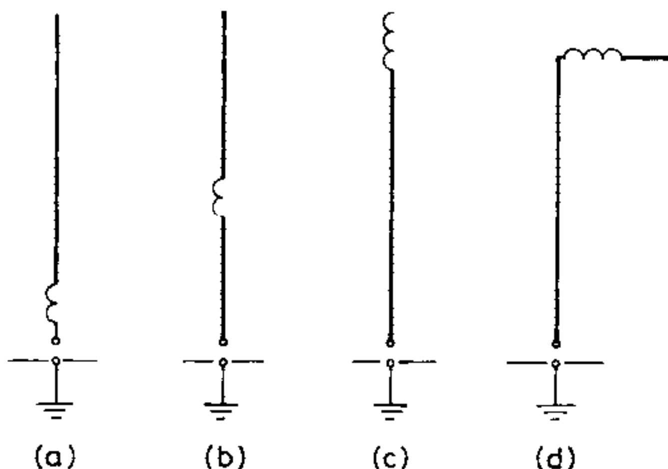
5.4. Randamentul

Randamentul antenei este raportul dintre puterea radiată şi puterea aplicată, sau raportul dintre rezistenţa de radiaţie Rr şi rezistenţa totală, conform formulei:

$$h = \frac{Rr}{Rr + Rp} \times 100\%$$

Unde Rp este rezistenţa de pierderi.

Randamentul este 100% dacă rezistenţa de pierderi (în pământ; conductorul antenei şi al bobinei, şi în dielectrici) este zero, ceea ce este imposibil. Randamentul se apropie de 100% când conductorul antenei este foarte gros şi planul de pământ este bun conductor sau este apa sărată a mării. În revista „Ham Radio" SUA nr. 5/1983, W.J. Byron W7DHD are articolul „Antene verticale scurtate pentru benzile joase"; din care s-a extras tabelul cu antene verticale de diferite înălţimi [electrice] şi rezistenţele lor de radiaţie în cazul încărcării la bază şi la vârf. Antena în λ/4 are lungimea electrică 90°. Din acest tabel 10 se vede că o antenă Marconi de 0,1λ (35°) sau mai scurtă, are rezistenţa de radiaţie de cca 4 ori mai mare



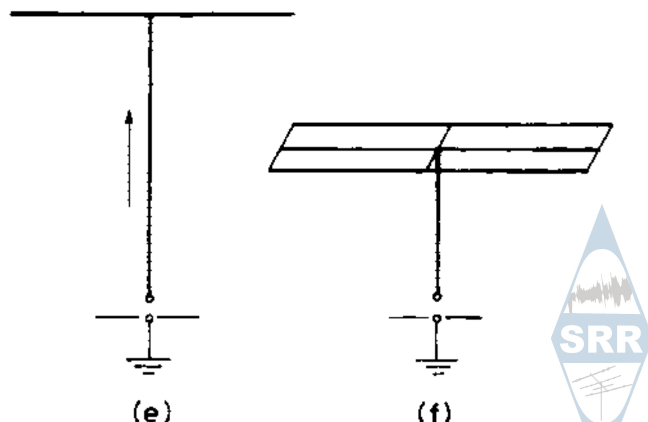
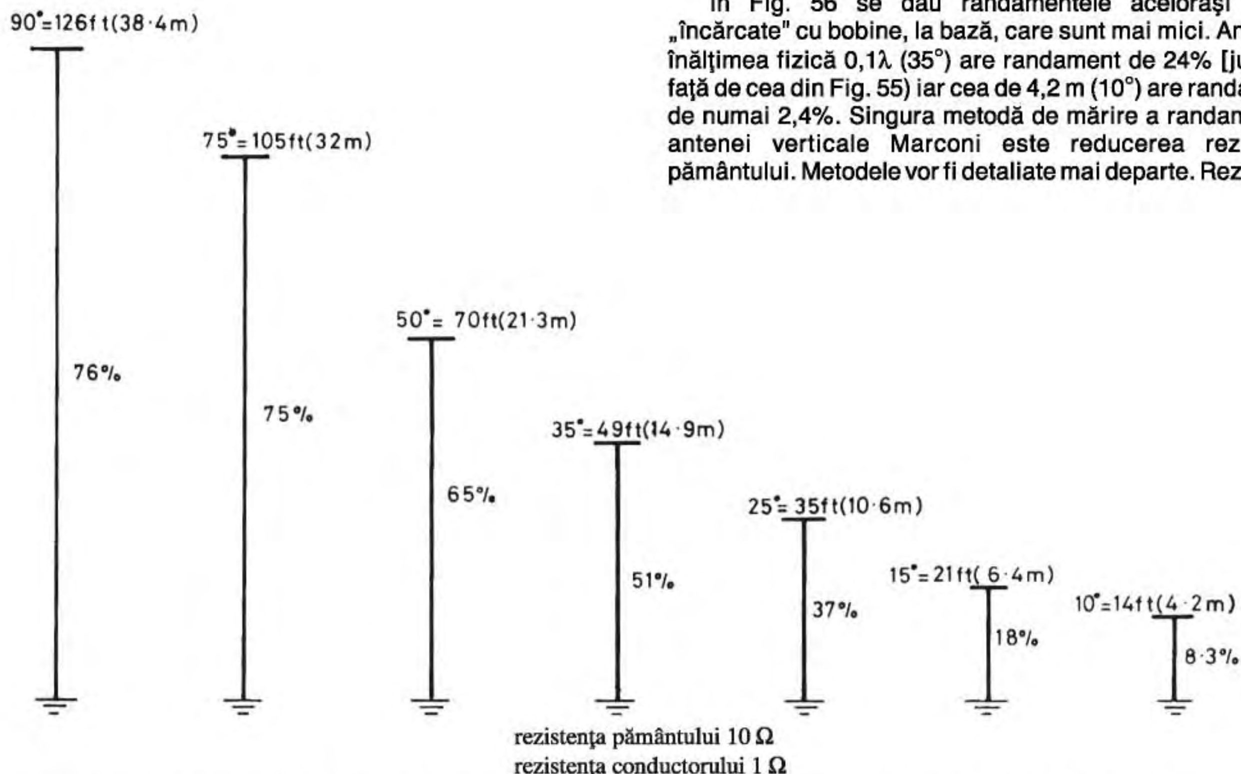


Fig. 54. Antene Marconi scurtate aduse la rezonanţă cu bobină la bază (a), la mijloc (b) sau la vârf (c), pusă în serie. Montând puţin mai jos de vârf (d), inductanţa ei se reduce şi bobina efectul corona este redus. Antena în T este adusă la rezonanţă cu ajutorul „capacităţii" conductorului orizontal ataşat la vârf, în care curenţii au sensuri contrare şi radiaţia lor se anulează reciroc (e). O capacitate terminală mai mare ca în (f) permite aducerea la rezonanţă a unei antene verticale mai scurte. Cu cât este mai scurtăporţiunea verticaă, cu atât randamentul este mai mic.

În Fig. 54e se dă metoda de „încărcare" capacitivă la vârf, numită deseori „antenă în T". Un dipol alimentat la mijloc se transformă în antenă verticală Marconi în T dacă se

când este „încărcată" la vârf [capacitiv] decât „încărcată" la bază [cu bobină].

Puterea aplicată antenei verticale în λ/4 Marconi se disipă

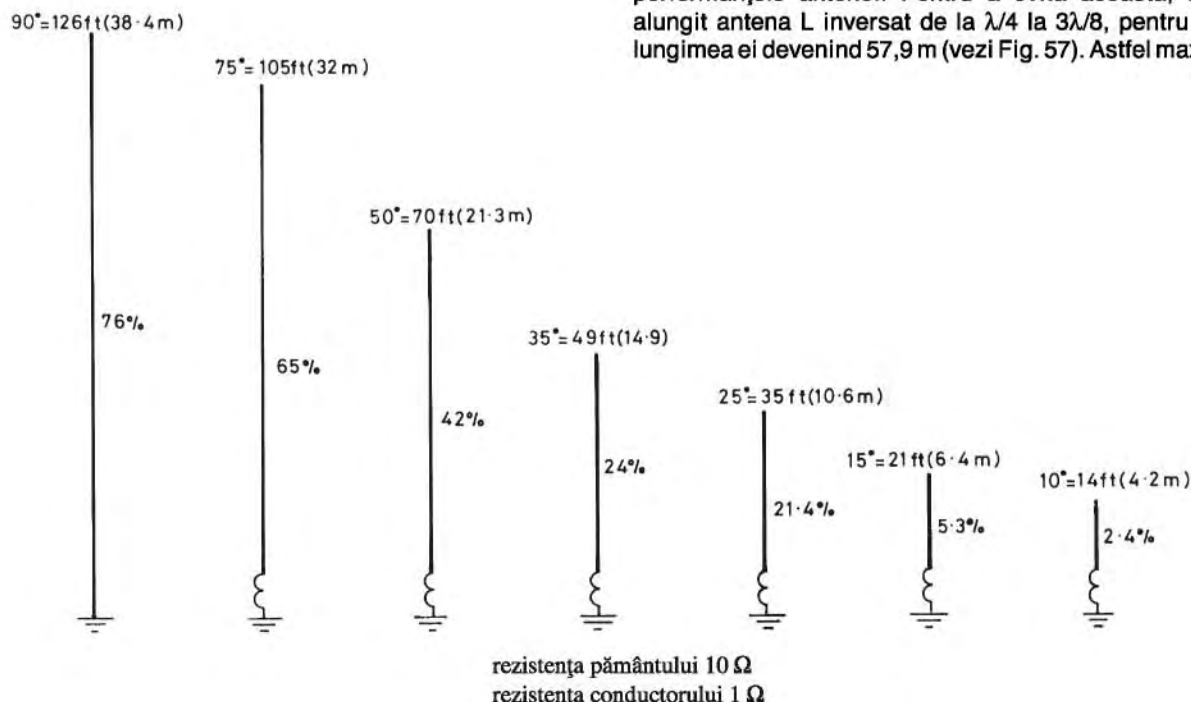


rezistenţa pământului 10 Ω
rezistenţa conductorului 1 Ω

Fig. 55. Randamentul antenei în λ/4 cu capacitate la vârf, pentru 1,8 MHz, se reduce cu înălţimea ei. Valorile sunt valabile dacă rezistenţa de pierderi este 11 Ω.

în trei consumatori: rezistenţa de radiaţie a antenei, rezistenţa pământului şi rezistenţa conductorului antenei.

Pentru a mări randamentul, rezistenţa de radiaţie trebuie să fie cât mai mare iar rezistenţele de pierderi în pământ şi conductoare cât mai mică. Dacă rezistenţa de pierderi în pământ are 10 Ω şi rezistenţa în conductorul antenei 1 Ω,





rezistenţa pământului 10 Ω
rezistenţa conductorului 1 Ω

Fig . 56: Randamentul antenei Marconi cu bobină la bază

randamentul antenelor cu capacitate terminală cu diverse scurtări se dă în Fig. 55. Randamentul scade rapid la scurtări sub 35° (0,1λ), ceea ce în 1,8M Hz înseamnă 15 m.

În Fig. 56 se dau randamentele aceloraşi antene „încărcate" cu bobine, la bază, care sunt mai mici. Antena cu înălţimea fizică 0,1λ (35°) are randament de 24% [jumătate faţă de cea din Fig. 55) iar cea de 4,2 m (10°) are randamentul de numai 2,4%. Singura metodă de mărire a randamentului antenei verticale Marconi este reducerea rezistenţei pământului. Metodele vor fi detaliate mai departe. Rezistenţa de pierderi în conductorul antenei verticale scade când acesta este o ţeavă sau un pilon.

[cu cât este mai scurtă o antena verticală, cu atât randamentul ei este mai mic]

5.5. Antena Marconi în 3λ/8

Antenele în λ/4 L inversat au din păcate radiaţia maximă la bază, care este în casă sau foarte aproape de casă. Efectul de dielectric şi de ecranare al clădirii poate să reducă mult performanţele antenei. Pentru a evita aceasta, autorul a alungit antena L inversat de la λ/4 la 3λ/8, pentru 1,8 MHz lungimea ei devenind 57,9 m (vezi Fig. 57). Astfel maximul de curent, care este la 38,4 m de capătul antenei se află departe de staţie, la înălţimea de 13,7 m de pământ. Deşi nu este o înălţime mare comparativ cu λ în 1,8 MHz, performanţele antenei s-au îmbunătăţit, permiţând legături DX.

Tabelul 10. Rezistența de radiație a unei antene verticale scurtate după W J Byron W7HDH la 90° = λ/4

Înățimea (°)	Prelungit la bază(Ω)	Prelungit la vârf (Ω)
90	36	36
85	30,2	35,7
80	25,3	34,9
75	21,1	33,5
70	17,65	31,78
65	14,61	29,57
60	12	27
55	9,75	24,15
50	7,82	21,12
45	6,17	18
40	4,76	14,87
35	3,57	11,84
30	2,58	9
25	1,76	6,42
20	1,11	4,21
15	0,62	2,41
10	0,27	1,08
5	0,06	0,27

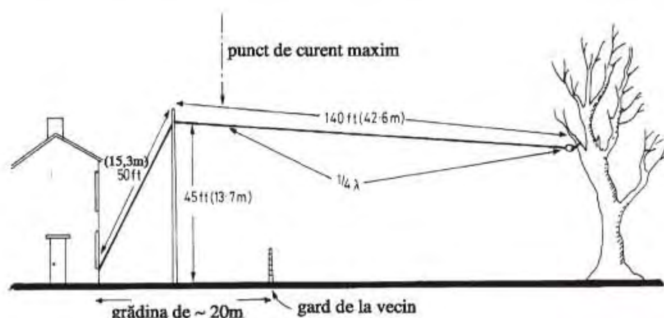


Fig. 57: Antena L întors în 3λ/8 alimentată la capăt. Această lungime este convenabilă deoarece punctul cu curent maxim se află departe de casă și se adaptează mai ușor decât o antenă în λ/4 sau λ/2

În Fig. 57, datorită bunăvoinței vecinului antena a fost întinsă până la un copac din curtea lui. Impedanța antenei este mai mare decât 36 Ω cât avea la lungimea λ/4 [și prezintă o componentă inductivă] și este obligatoriu un transmatch. Un avantaj este că antena funcționează în toate benzile [cu transmatch], fiind efectiv „fir lung".

5.6.Antena „jumătate de dipol îndoit"

Această antenă a fost descrisă de Bill Orr W6SAI, care a dat și variante puțin diferite ale ei în ultimele 3 cărți ale sale. Folosind linia bifilară de 300 Ω pentru realizarea antenei „jumătate de dipol îndoit", impedanța este 80-150 Ω, în funcție de configurație și înălțime. Chiar dacă sistemul de radiale este mediocru, randamentul este cca 40%. În varianta originală a acestei antene „Marconi bifilară" (vezi „Semnale S9" de W6SAI) era folosită linia bifilară de 300Ω obișnuită, pentru antena lungă de λ/4, dar mai târziu, în cartea sa „Antene filare simple și ieftine" (1972) antena are linia bifilară mai scurtă și o prelungire cu un singur conductor.

Pentru a calcula lungimea fizică a antenei realizată din linie bifilară se înmulțește λ/4 cu factorul ei de scurtare (linia cu fante are k = 0,87). Restul până la lungimea electrică de λ/4 se completează cu un conductor. Procedeul s-a folosit la antena dipol îndoit realizat din linie bifilară de 300 Ω (cap. 2).

Antena „jumătate de dipol îndoit" din Fig. 58 este proiectată pentru 3,7 MHz și are nevoie de un pilon de numai 10,6 m. Eficiența antenei crește dacă porțiunea verticală este mai înaltă. Șase radiale de cel puțin λ/4 sunt îngropate sub antenă pentru a îmbunătăți conductivitatea solului. Antena se poate calcula și pentru alte benzi.

Impedanța mai mare a acestei antene permite folosirea coaxialului de 50 Ω. Cu cât partea verticală a antenei este mai departe de clădiri, cu atât va fi mai eficace la distanțe mari.

5.7. Antena „jumătate de dipol îndoit cu 3 conductoare", înclinată

Dacă jumătatea de dipol îndoit nu are două ci 3 conductoare, impedanța crește de nouă ori, apropiindu-se de 300 Ω sau cu coaxial de 75 Ω și balun 4:1. deoarece antena are 3 conductoare, factorul de calitate se reduce și mai mult, deci banda de trecere este și mai largă. Aceasta înseamnă că RUS rămâne mic pe o plajă mai largă de frecvențe în jurul frecvenței de rezonanță. Distanța dintre cele 3 conductoare este cca 30 cm. Lungimea antenei se calculează cu formula

Lm =71,32/F(MHz).

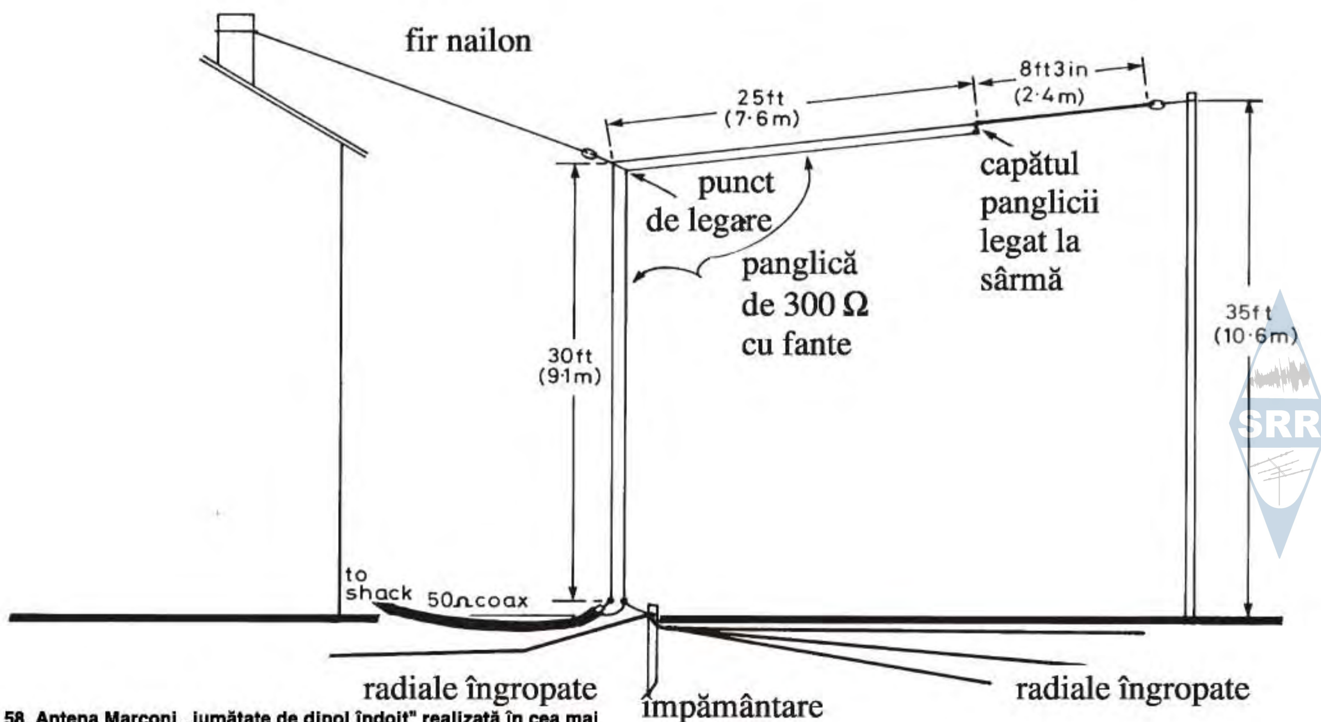


Fig. 58. Antena Marconi „jumătate de dipol îndoit" realizată în cea mai mare parte din linie bifilară de 300 Ω. Folosirea principiului dipolului îndoit mărește impedanța antenei de cca 4 ori. O adaptare rezonabilă se obține cu coaxialul de 50 Ω.

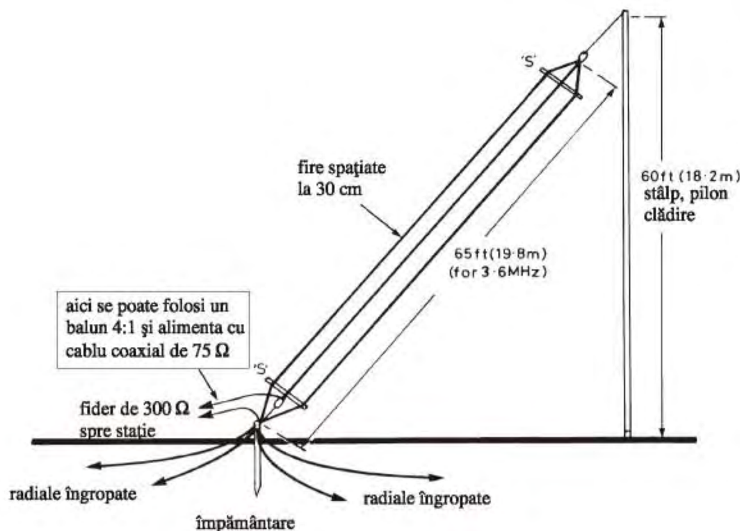


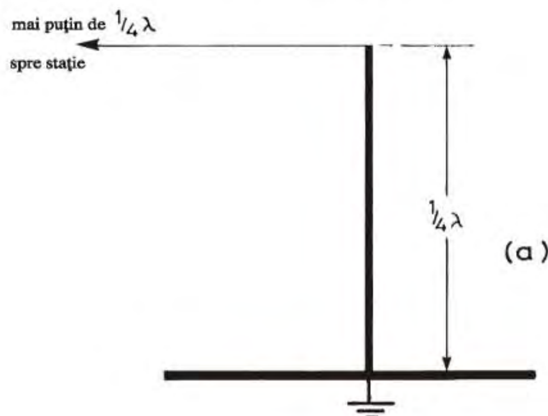
Fig. 59. Antena „jumătate de dipol îndoit cu 3 conductoare" înclinată, cu rezistenţa mărită, pentru 3,6 MHz, alimentată cu linie bifilară de 300 Ω. Pentru fider coaxial de 75 Ω adaptarea se face cu balun 4:1. Datorită rezistenţei mari de radiaţie radialele pot fi mai puţine.

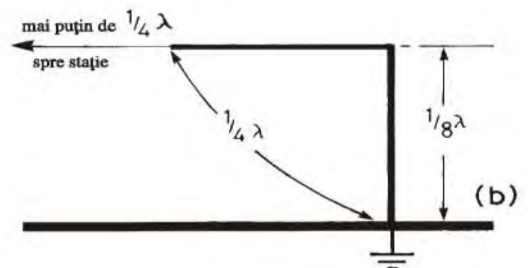
Înclinarea acestei antene până la 30° faţă de verticală este convenabilă şi performanţele rămân apropiate de cele din poziţia verticală, cu unghi mic de radiaţie. Varianta din Fig. 59 este pentru banda de 3,5 MHz, iar pentru 7 MHz dimensiunile sunt pe jumătate. Distanţierii S se pot realiza din tuburi de plastic ϕ18mm.

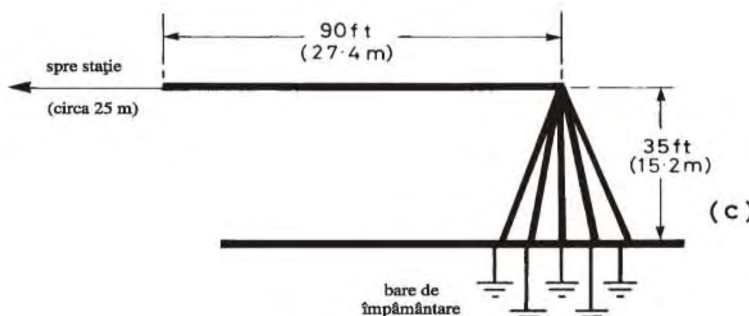
Antenele „jumătate de dipol îndoit" au cam aceeaşi impedanţă şi pe armonica a 3-a. Antena calculată pentru 7 MHz lucrează şi pe armonica 3-a (21MHz), dar are altă diagramă de radiaţie, fiind în 3λ/4.

5.8. Antene Marconi puse la pământ.

Dacă se leagă la pământ baza unei antene verticale Marconi în λ/4, ea rămâne permanent la potenţial zero şi este parcursă de curent RF mare. Acest procedeu nu este nou dar este rar folosit de radioamatori. R. Cornet PAϕRCH a publicat o antenă „jumătate de pătrat" încărcată la vârf în revista olandeză „Electron" nr. 8/1976, iar Belrose VE2CV a realizat antena semi-Delta descrisă în Cap. 4. Autorul a experimentat antene verticale puse la pământ din 1964 (vezi RSGB Bulletin nr. 2/1964) când a montat înclinat o antenă în λ/4 de la man-







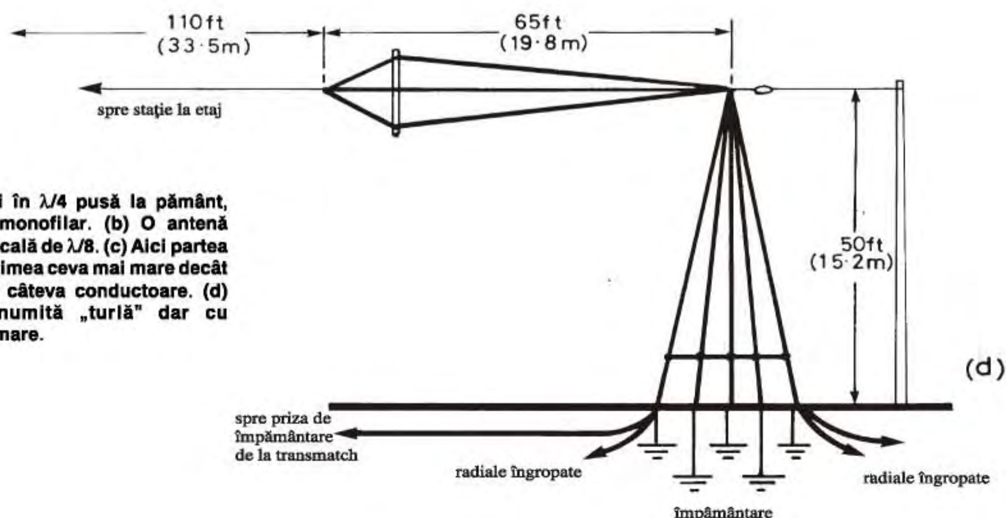
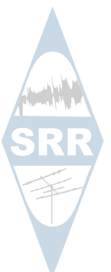


Fig. 60(a) Antena Marconi în λ/4 pusă la pământ, alimentată sus cu fider monofilar. (b) O antenă similară dar cu partea verticală de λ/8. (c) Aici partea verticală a antenei are înălţimea ceva mai mare decât λ/16 şi este realizată din câteva conductoare. (d) Antenă asemănătoare, numită „turlă" dar cu capacitatea terminală mai mare.



sarda unei vile înalte până la pământ. Antena rezona pe 3,7 MHz şi capătul de jos era conectat la un rezervor de apă şi câteva radiale îngropate. Vârful antenei era conectat la staţie cu o linie paralelă cu aer [scăriţă] lungă de 1,8 m, prin transmatch. Antena lucra bine şi permitea legături cu staţii VK şi ZL în 3,5 MHz cu 50 W PEP. Ideea a fost folosită câţiva ani mai târziu cu o antenă pentru 1,8 MHz, care funcţiona şi în celelalte benzi.

Pentru a avea unghi mic de radiaţie în benzile joase, bun la DX, singura soluţie practică este antena verticală Marconi, cu polarizare verticală. Antenele Marconi L inversat, lungi de λ/4, radiază maxim la bază, din păcate, care adesea se află aproape de casă sau în casă [la staţie]. Dar ele se pot instala mai departe de casă, cu baza legată la pământ şi partea orizontală îndreptată spre staţie. Alimentarea antenei „la vârf" este avantajoasă [uneori] faţă de alimentarea la bază. Porţiunea verticală are radiaţie polarizată vertical [cu unghi mic de plecare] iar partea orizontală completează lungimea antenei şi în acelaşi timp lucrează ca fider. Partea orizontală radiază la unghi mare faţă de sol, permiţând legături la distanţe mici.

Antena poate fi realizată şi pentru benzile superioare. În Fig. 60a o antenă verticală completă în λ/4 este alimentată la vârf cu un conductor mai scurt decât λ/4, care împreună cu pământul formează o linie. Astfel de aranjament pentru 7 MHz are doar 10,6 m înălţime. În Fig. 60b aceeaşi antenă este frântă la înălţimea de λ/8 (ceea ce în 1,8 MHz înseamnă 19,2m), partea orizontală de λ/8 fiind continuată cu un conductor-fider, care trebuie să fie mai scurt decât λ/4 [dacă ar avea λ/4, împreună cu antena ar avea λ/2]
. Fiderul mai scurt de λ/4 nu are maxim de curent la capătul dinspre emiţător, şi nu radiază puternic.

Varianta din Fig. 60a, în 7 MHz trebuie plasată la cel mult 6 m de casă [pentru ca fiderul monofilar să nu aibă 10 m], şi va fi ecranată în direcţia casei.

Autorul a experimentat acest tip de antenă cu un pilon de numai 10,5 m şi a realizat varianta din Fig. 60c. Patru conductoare coboară la prize de pământ separate dispuse la colţurile unui pătrat, care reduc rezistenţa pământului şi lărgesc banda de trecere a antenei. Partea orizontală a antenei în λ/4 are 27,4 m şi se continuă cu 24 m de conductor considerat fider, pe care tensiunea RF scade treptat iar curentul creşte treptat. La capătul dinspre emiţător impedanţa are o parte rezistivă medie [rezistenţa de radiaţie] şi o parte capacitivă, adaptarea făcându-se uşor cu un transmatch.

Antena lucrează bine în 1,8 MHz, permiţând legături DX şi funcţionează în toate benzile, cu bune performanţe.

5.9. Antena „turlă"

Antena din Fig. 60d, semănând cu o turlă de biserică se bazează pe un pilon de 15,2 m de la care pleacă în jos 8 conductoare spre prizele de pământ. Partea orizontală, din 3 conductoare lungi de 19,8 m, constituie o capacitate terminală considerabilă, fiecare. 1m² însemnând cca 40pF, deci în total cca 700pF.

Dacă dimensiunile părţii orizontale se reduc la 71%, suprafaţa şi capacitatea scade la jumătate, adică 350pF. Distanţierii din tuburi de plastic ϕ18mm au câte 1,8m. Conform lui Byron, W7DHD, antena are rezistenţa de radiaţie 11,8 Ω, şi pentru a avea un randament acceptabil este nevoie de un sistem bun de radiale.

Antena dă bune rezultate în toate benzile. Conductoarele dintre vârful pilonului şi pământ vibrează la vânt şi se rup dacă nu sunt fixate suplimentar.

5.10. Antena „contrabas"

Dispunând de grădină mare şi vecini amabili, autorul a transformat antena „turlă" în antenă „contrabas". Denumirea a fost adoptată datorită numărului de 4 corzi ale instrumentului şi sunetului produs de antenă la vânt puternic.

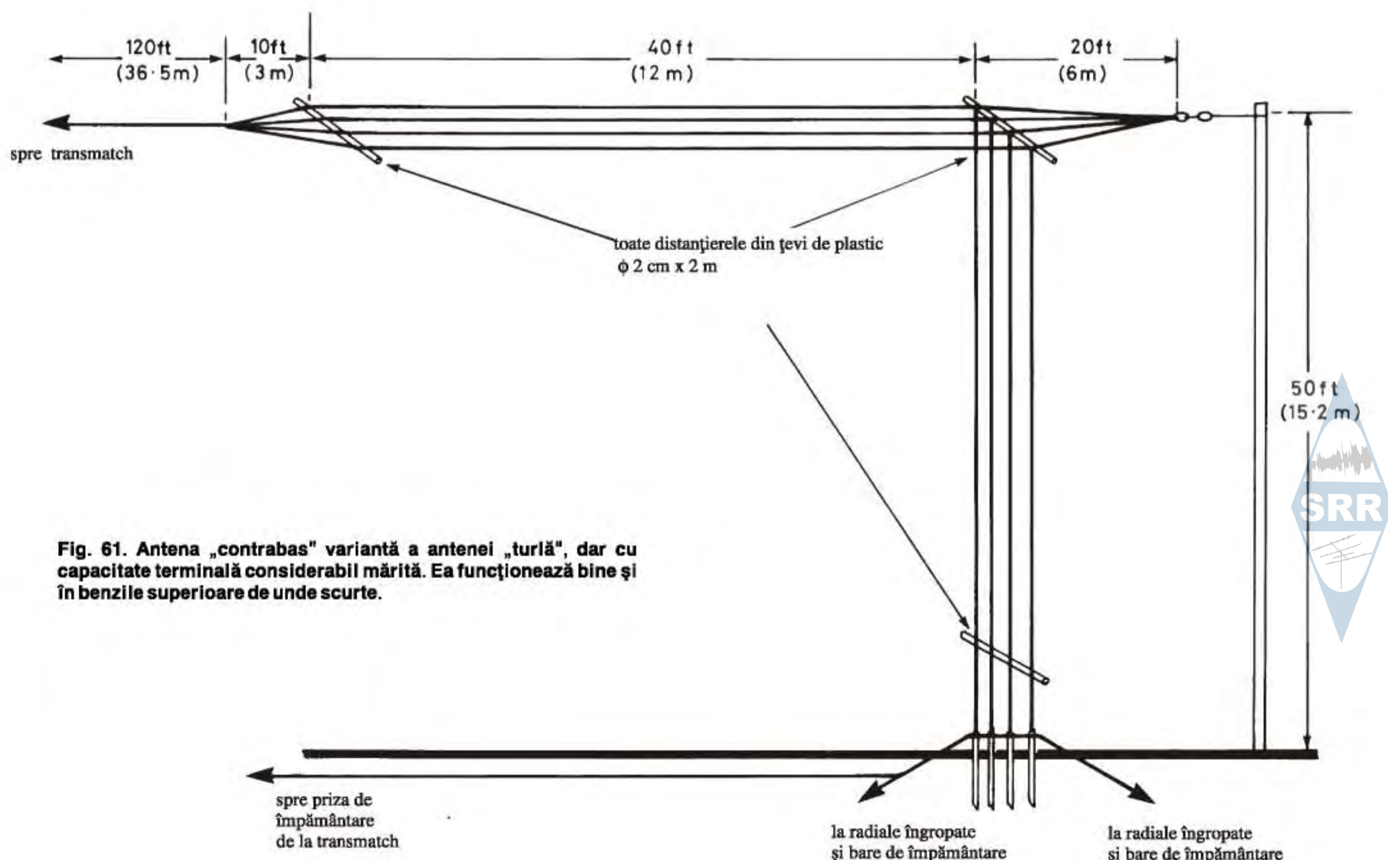


Fig. 61. Antena „contrabas" variantă a antenei „turlă", dar cu capacitate terminală considerabil mărită. Ea funcţionează bine şi în benzile superioare de unde scurte.

5.10.1. Construcţia

Succesul antenei „turlă" pare să fie dat de capacitatea terminală, deci ideea este de a avea o capacitate terminală şi mai mare. Autorul a realizat antena din Fig. 61, din 4 conductoare de cupru tare, lungi de 30,5 m, ţinute paralel cu distanţieri din tuburi de plastic lungi de 1,8 m. Partea orizontală se conectează în stânga la un conductor lung de 36,5 m care joacă rol de fider monofilar, până la staţie. În partea dreaptă, 4 conductoare suplimentare lungi de 6 m merg spre pilon, formând o capacitate terminală suplimentară. Cei patru „electrozi" bătuţi în pământ sunt uniţi printr-un un conductor cu radialele îngropate şi cu conductoarele antenei. Primul distanţier, aflat la 3 m de pământ, se leagă cu corzi suplimentare de electrozii de pământ, pentru a slăbi tensiunea la conexiunile conductoarelor antenei.

Capacitatea părţii orizontale este cca 1500 pF, suficientă pentru a aduce rezonanţa antenei în 1,8 MHz. Folosind 4 conductoare banda de trecere se lărgeşte, rezistenţa ohmică scade şi, cel mai important, creşte rezistenţa de radiaţie. În Fig. 61 se vede şi conductorul „de întoarcere" de la baza antenei la staţie, la transmatch, care poate fi îngropat (total sau o porţiune) după care urcă pe perete până la staţie.

Succesul acestei antene şi altora asemănătoare depinde de sistemul de radiale, problemă ce va fi discutată detaliat mai departe.

5.10.2. Performanţele

Deşi a fost concepută iniţial pentru lucrul la distanţe mari în 1,8 MHz, antena „contrabas" s-a dovedit bună şi în celelalte benzi, în special 21 şi 14 MHz unde pare să întreacă antenele directive.Nu s-au observat proprietăţi directive în nici o bandă şi nu se încarcă cu electricitate statică, fiind legată la pământ. Antenele în „buclă închisă" sunt întotdeauna mai puţin zgomotoase decât dipolii sau antenele „Fir lung", ceea ce este convenabil în benzile joase. Comparând semnalele recepţionate cu antena „contrabas" şi o antenă verticală comercială cu trapuri, în toate benzile, antena „contrabas" dă semnale mai mari cu două puncte S, uneori chiar 4 puncte. Aceasta înseamnă 12-24dB, deşi antena cu trapuri se află la nivelul solului.

Din păcate antena „contrabas" captează mulţi paraziţi electrici, mai ales de la gardurile electrice pentru vite. Pentru o recepţie liniştită autorul foloseşte o pereche de antene-cadru ecranate (vezi Cap. 6) montate în pod, în 1,8 MHz.

5.11. Sisteme de împământare pentru antene Marconi.

Problema principală a antenei verticale Marconi este asigurarea unui plan de pământ conductor. Situaţia ideală este lucrul pe o ambarcaţiune sau o insulă mică, pe mare, sau o mlaştină sărată. În general pământul nu este bun conductor, cum se crede, ci mai curând un dielectric cu pierderi mari. Conductivitatea pământului variază cu frecvenţa, şi un pământ considerat bun conductor de către inginerii electrotehnicieni [la 50 Hz] poate fi neconductor la RF. Studiile Marinei SUA au făcut lumină în problema rezistenţei solului, concluziile fiind relevante. Dacă se consideră conductivitatea apei mării 4500, conductivitatea celui mai bun sol, în stare umedă, este doar 15, a unui sol mediu este 7 iar a unui sol nisipos sau calcaros - numai 2. În oraşe conductivitatea relativă este cca 2, iar în zone industriale cca 1. Lacurile, eleşteele, râurile, bălţile au o conductivitate relativă 6, mai mică decât a unui pământ mediu! Deci pământul trebuie considerat un dielectric cu pierderi [pentru RF] şi nu un conductor. Pământul pe care stă o antenă verticală Marconi introduce pierderi mari, de aceea randamentul este mic când se prevăd doar câteva radiale. Majoritatea curenţilor [radiali] de întoarcere prin pământ întâmpină o rezistenţă mare şi consumă inutil putere..[ideală ar fi o folie uriaşă de metal, sub antenă]

Tabelul 11 demonstrează importanţa rezistenţei solului la antena verticală, Marconi. O rezistenţă a solului de 100 Ω, obişnuită pentru antenele radioamatorilor, dă un randament al antenei verticale complete în λ/4, de 26%.

Tabelul 11. Rezistenţa solului şi eficienţa antenelor verticale

Înălţimea antenei (°)	Eficienţa încărcării la bază (%)	Eficienţa încărcării la vârf (%)
Rezistenţa solului - 100 Ω	*Rezistenţa conductorului 1 Ω*	
90	26	26
50	7,1	17
10	0,26	0,98
Rezistenţa solului - 10 Ω	*Rezistenţa conductorului 1 Ω*	
90	76	76
50	42	65
10	2,4	8,3
Rezistenţa solului - 5 Ω	*Rezistenţa conductorului 1 Ω*	
90	85	85
50	56	77
10	4,3	15

Randamentul devine 76% dacă rezistenţa pământului se reduce la 10 Ω. Cu un efort suplimentar se poate reduce rezistenţa de pierderi la 5 Ω, şi randamentul creşte la 85%.

Dacă antena este scurtată şi „încărcată" la bază [inductiv] sau la vârf [capacitiv], randamentul ei deasupra unui pământ slăb este foarte mic, doar 7% pentru lungimea fizică de 50° cu bobină la bază. Randamentul creşte de cca 8 ori dacă rezistenţa solului se reduce de la 100 Ω la 5 Ω [montând radiale].

5.11.1. Electrozii de împământare.

În anii 1920-1930 multe magazine radio comercializau electrozi de împământare. Ele prezentau sisteme „ideale" formate din antenă L inversat şi un electrod [ţeavă] din cupru bătut în pământ lângă fereastră. Se recomanda udarea pământului din jurul electrodului şi chiar turnarea saramurii.

Dacă electrozii ar fi fost eficienţi la antene verticale Marconi, ar fi fost folosiţi la staţii comerciale şi de radiodifuziune.

Câteva sute de electrozi uniţi între ei ar fi fost mai ieftini decât plasele de sârmă de cupru uriaşe folosite la aceste staţii.

Bill Byron, W7DHD, expert în proiectarea antenelor, consideră că „electrozii de împământare sunt ineficienţi la radiofrecvenţă. Ei sunt totuşi buni pentru descărcarea sarcinilor statice şi eficienţa lor creşte cu lungimea electrozilor, nu cu suprafaţa lor".

Toate staţiile de radioamator trebuie să aibă cel puţin un electrod în pământ, mai ales contra descărcărilor electrice. [şi ca priză de pământ de protecţie]

Electrozii de pământ nu sunt eficienţi la antene verticale Marconi. Prizele de pământ menţionate anterior sunt mai degrabă puncte de ancorare a conductoarelor antenei şi ale radialelor, contribuţia la îmbunătăţirea randamentului fiind mică.

5.11.2. „Contragreutăţile"

Un articol interesant din revista „QST" nr. 2/1983 cu titlul „Sisteme eficiente de pământ pentru antene verticale" compară sistemele cu radiale aeriene („contragreutăţi") şi radiale îngropate. Autorii, „bătrânii" K8CFU, W3ESU şi K4HU constatau că un sistem bun de radiale aeriene (impropriu numite „contragreutăţi") este mult mai bun ca sistemul cu

radiale îngropate.

Ei au constatat o variaţie mare a rezistenţei solului într-un teren de 91x61m destinat experienţelor, fără cauze evidente. Aceasta produce curenţi diferiţi în radialele îngropate. Dacă radialele sunt aeriene, izolate la capete, paralele cu pământul, influenţa solului neuniform este foarte mică.

În acest caz radialele sunt numite „contragreutăţi" şi sunt montate la 1,8-3,0 m deasupra pământului - ceea ce este o problemă pentru radioamatori. Dacă se dispune de un teren pătrat cu laturi de 30 m, se poate realiza un sistem cu 32 „contragreutăţi" aeriene, foarte eficace pentru o antenă Marconi în 1,8 MHz. Sistemul a fost testat de cei 3 radioamatori care au făcut studiul şi l-au denumit "minipoise" (vezi Fig. 62).

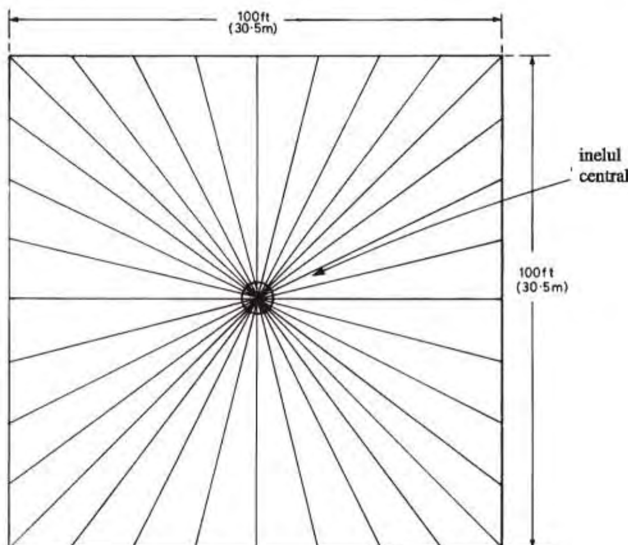


Fig. 62 : Sistemul de contragreutăţi "minipoise" realizat de un mic grup de radioamatori din SUA, foarte bun pentru o antenă verticală scurtată pentru 1,8 MHz, „încărcată" la vârf.

Din păcate, puţini radioamatori din oraşe au spaţiu pentru un asemenea sistem de contragreutăţi şi sunt nevoiţi să aplice alte metode pentru a reduce rezistenţa pământului.

5.11.3. Radialele îngropate.

Un avantaj al radialelor îngropate este că nu se văd. Cu cât numărul de radiale este mai mare, cu atât creşte randamentul antenei. Mulţi amatori de DX-uri în 1,8 MHz menţionează pe QSL-uri construcţiile lor, de exemplu: K5UR: „antenă verticală cu 3,6 km de radiale"; K6SE: „două antene verticale sinfazate cu 8,6 km de radiale". Liderul radioamatorilor europeni în 1,8 MHz; SM6EHY, are 26 km de radiale! Mulţi radioamatori din Anglia au antene cu multe radiale, unul având 200 radiale de peste λ/4. Există şi sisteme de radiale îngropate din grad în grad, ceea ce este un vis pentru radioamatori.

Se începe cu minim 6 radiale, adăugând treptat cât mai multe, pe măsura posibilităţilor. Lungimea lor poate fi oricare, începând cu 6 m, spre deosebire de antena verticală Ground Plane, la care radialele trebuie să fie în λ/4.

În Fig. 63a sunt date diferite distribuţii de radiale în cele 4 sectoare ale unui cerc. În sectorul sud-vest sunt radiale la fiecare 45°, ceea ce este puţin. În sectorul sud-est sunt radiale la câte 30° între ele, în sectorul nord- est sunt radiale lungi din 20° în 20° şi scurte din 5° în 5°. Din cele 4 variante, cea mai bună este cea din sectorul nord-est. Aceasta asigură o concentrare în jurul bazei antenei, unde curenţii de întoarcere sunt mai mari.

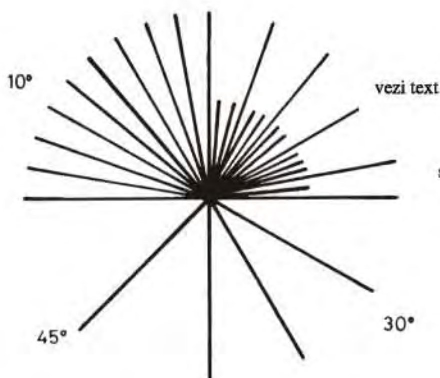
Nefiind posibilă întotdeauna dispunerea radialelor ca în Fig. 63a, se pot adopta alte scheme, după mărimea şi construcţiile terenului. În Fig. 63b se dă o grădină imaginară cu un sistem de radiale îngropate. Principiul este evitarea suprafeţelor care vor fi săpate şi acoperirea unei suprafeţe cât mai mari. Cărările betonate ar putea fi traversate prin tunele. Scheletul din aluminiu al serei şi sârmele de la gard pot fi conectate la sistemul de radiale.

Pentru îngroparea radialelor la staţiile de radiodifuziune se folosesc pluguri speciale. Radioamatorul poate face cu hârleţul „tăieturi" în pământ, adânci de 5-8cm, în care este împins radialul. Apăsând puternic cu piciorul aceste tăieturi se închid.

5.11.4. Plase de împământare

Grădina autorului are cca jumătate de milă de sârme îngropate greu de ţinut minte pe ce trasee. În jurul bazei antenei verticale Marconi s-au întins pe pământ câteva plase de sârmă zincată tip rabiţ pentru a îmbunătăţi conductivitatea solului.

Ele îmbunătăţesc mult performanţele antenei, mai bine decât orice radiale îngropate. Bucăţile au 10 m lungime şi 1m lăţime. Plasa cu ochiuri mari este mai ieftină şi corespunde pentru benzile joase. Ochiurile fiind foarte mici în comparaţie cu λ, plasa se comportă aproape ca o foaie metalică.



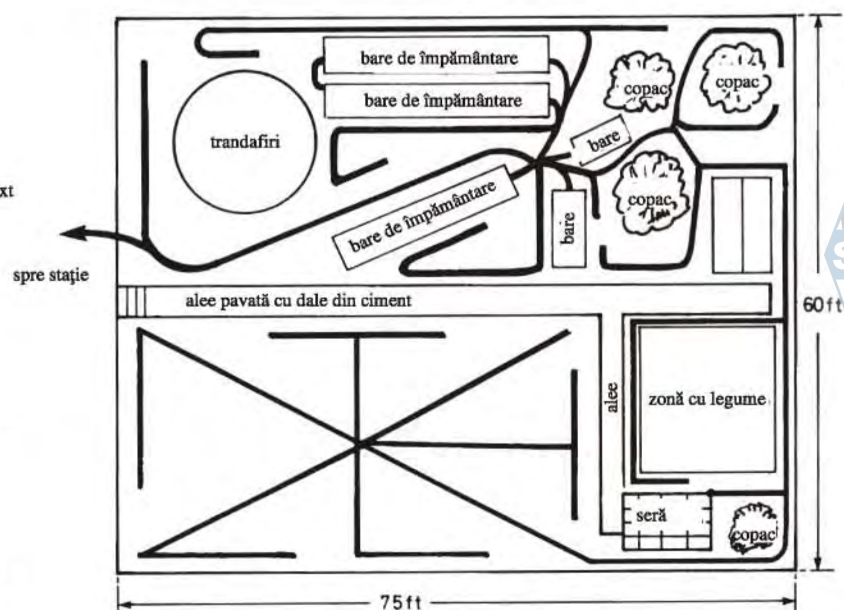


**Fig. 63 (a) Diferite variante de radiale îngropate:
b) Cum se poate realiza un sistem de radiale într-o grădină tipică.**

5.11.5. Montarea plaselor.

Aceste plase se întind pe pământ fără săpătură, când iarba este mică, sau după tunderea ei foarte scurt. În Fig. 64a se vede cum se instalează o plasă. Ea se conectează cu cel puţin 4 conductoare cositorite de-a lungul plasei, la electrozii de pământ. În Fig. 64b se vede forma clemelor din sârmă zincată care fixează plasa din 50 în 50 cm pe margini şi în interior. Capetele plasei se fixează cu cleme mai lungi. După un timp iarba creşte şi plasa nu se mai vede. Dacă este posibil aceste plase se montează radial în jurul pilonului, la început 3 sau 4, ulterior încă 3 sau 4, între ele.

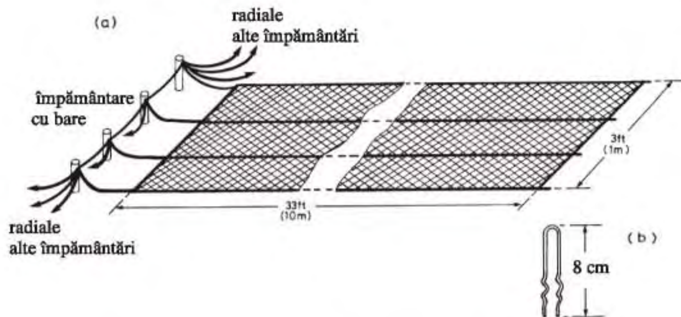


Fig. 64 (a). Plasa rabiţ montată radial (b) Clemă de fixare a plasei de pământ, pe margini din 50 în 50 cm şi în interiorul suprafeţei.

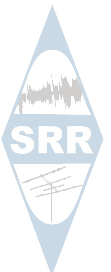
5.11.6. Combinarea metodelor

O combinaţie de radiale îngropate, plase întinse pe pământ şi „contragreutăţi" aeriene este probabil cea mai bună pentru un plan de pământ artificial cu rezistenţă de pierderi mică, într-o grădină mică sau medie. Contragreutăţile din conductor liţat izolat pot fi întinse pe garduri şi pe gardul viu.

Ele trebuie să fie izolate de pământ şi înălţate la 1-2 m, un capăt fiind conectat la priza de pământ de la baza antenei. Dacă există o grădină în faţa casei şi una în spate, se fac două sisteme de radiale, fiecare cu o priză de pământ, de la care se merge la transmatch cu conductoare liţate cât mai groase. Cele două prize de pământ se unesc cu un conductor foarte gros.

Ţevile de apă rece se pot conecta la sistemul de „metalizare" a solului, cât mai aproape de staţie. Nu se folosesc ţevile de calorifer, conductorul de nul al reţelei electrice şi ţevile de gaz metan.

Îmbunătăţirea sistemului de „metalizare" a solului este dificilă, dar fiecare radial adăugat măreşte randamentul antenei verticale.



ANTENE DIVERSE

6.1. Antena Windom

Loren G. Windom (8GZ, 8ZG, W8GZ, W8ZG) a fost un radioamator american mare DX-man în anii 1920. Mulţi ani el a deţinut recordul din 1925 a legăturii în QRP cu doar 0,567 W cu Australia, la 10.100 mile. Totuşi Windom este ţinut minte nu pentru DX-uri ci pentru a antena dipol alimentată cu fider monofilar, publicată în revista QST nr. 9/1929, după cum s-a amintit în introducerea la Cap. 1. Trebuie amintit că în acel timp nu exista coaxial sau linie bifilară, astfel că un numări mare de dipoli în λ/2 sau pe armonici foloseau alimentarea la centru sau la capăt cu linie bifilară cu aer, acordată.

Multe cărţi de antene recente desconsideră antena Windom, datorită producerii de TVI. Prin mutarea canalelor TV în UHF, antena Windom trebuie reabilitată deoarece şi alte antene dau probleme.

Un conductor ϕ1,6-2 mm aerian are o impedanţă carecteristică de cca 600 Ω faţă de pământ (pământul funcţionând ca al doilea conductor al liniei). Aceasta permite conectarea liniei monofilare în acel punct de-a lungul unui dipol, unde impedanţa are aceeaşi valoare (cca 600 Ω). Impedanţa unui dipol în λ/2, la rezonanţă, este minimă la centru şi creşte spre capete până la 100 kΩ. La distanţa de 0,36 din lungimea dipolului, faţă de capete, impedanţa are valoarea 600 Ω.

De obicei punctul cu impedanţa 600 Ω se determină prin distanţa D(m) faţă de centrul dipolului (Fig. 65a), cu formula:

Dm = 19,8/F[MHz].

Lungimea antenei se calculează, ca la dipol, cu formula

Lm = 142,6/F[MHz].

6.1.1. Probleme practice

Antena Windom este un dipol în λ/2 şi pentru a fi eficientă trebuie înălţată cel puţin λ/2 faţă de pământ. Fiderul ei monofilar trebuie să plece perpendicular pe antenă cel puţin o lungime de λ/4 şi numai după aceea poate fi curbat uşor spre staţie. El poate avea teoretic orice lungime, dacă impedanţa lui este adaptată la antenă nu vor exista unde staţionare şi fiderul nu radiază. În practică acest regim este imposibil de obţinut şi fiderul radiază în oarecare măsură. La puteri medii tensiunea RF pe fider este destul de mare; de aceea el trebuie ferit de atingerea oamenilor şi animalelor.

O priză bună de pământ este foarte importantă, deoarece pământul este al doilea conductor al fiderului. De aceea se va monta cel puţin un radial aerian rezonant pe sub antenă („contragreutate").

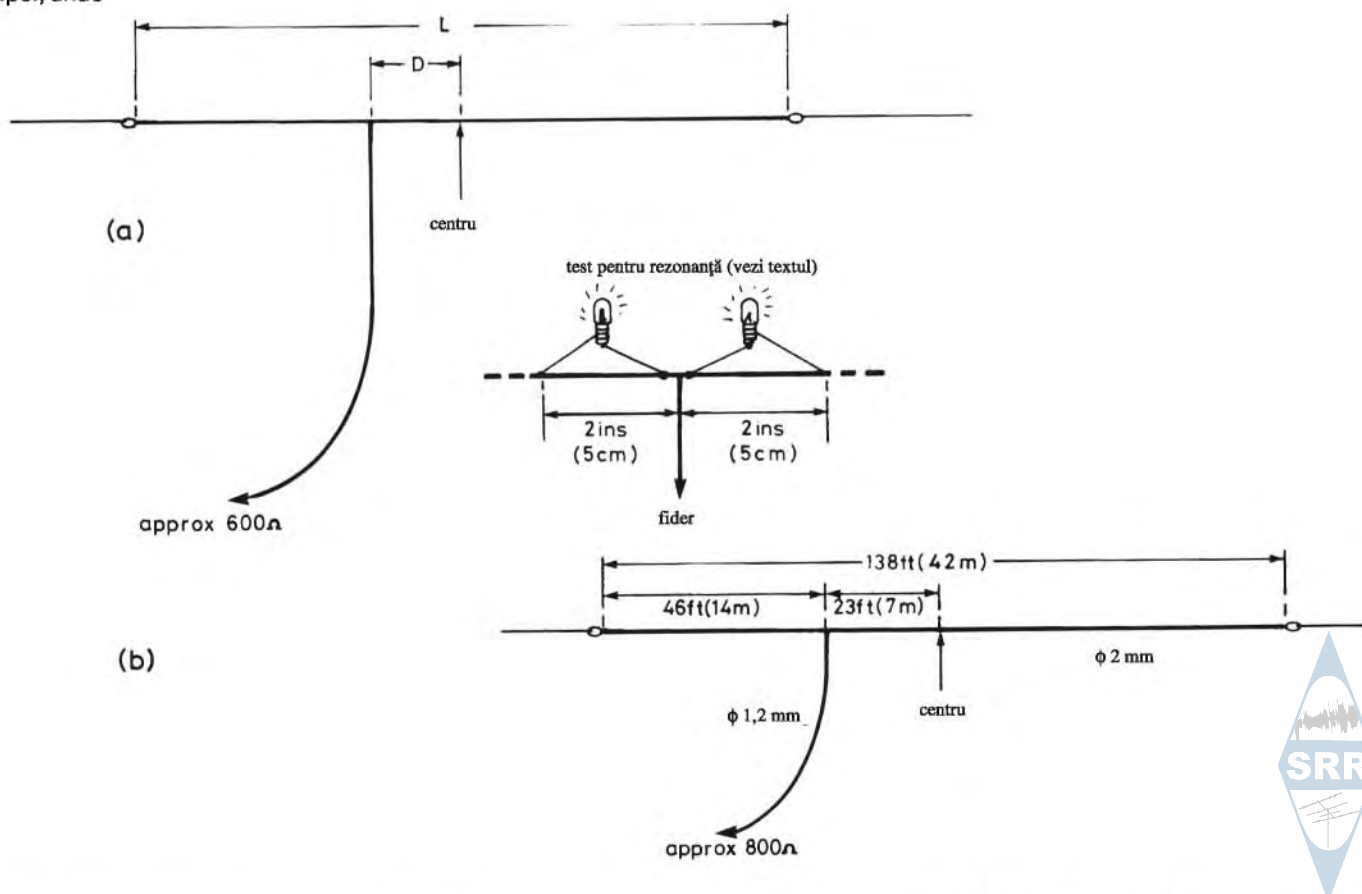


Fig. 65 (a). Antena Windom, dipol orizontal în λ/2 este alimentată cu o linie monofilară conectată într-un anumit punct al antenei. Două beculeţe se folosesc pentru a aduce antena la rezonanţă, înaintea conectării fiderului la antenă.
(b) Varianta VS1AA, multiband, a antenei Windom. Fiderul monofilar este mai subţire decât conductorul antenei, ceea ce ajută la adaptare. Distanţa dintre centrul antenei şi punctul de conectare a fiderului este 1/6 din lungimea antenei.

6.1.2. Instalarea

Mai întâi se aduce antena la rezonanţă. În lipsa unor ampermetre de RF, se folosesc două beculeţe „telefonice" de 60 mA, conectate în paralel pe antenă, simetric faţă de punctul de conectare a fiderului [Fig. 65, în mijloc]. Metoda are nevoie de o zi înnorată, sau se face seara. Beculeţele se observă cu un binoclu.

Punctul optim de conectare a fiderului se determină cu un ampermetru RF sau cu beculeţe. Un beculeţ se leagă în paralel pe fider, aproape de punctul de conectare, iar celălalt beculeţ mai jos cu λ/4, pe fider. Beculeţele se leagă în paralel pe porţiuni egale de fider. Când punctul de conectare a fiderului la antenă este optim, cele două beculeţe luminează la fel de tare. Autorul foloseşte o metodă rapidă de găsire a punctului optim. Cu purtătoarea aplicată, se plimbă de-a lungul fiderului un beculeţ cu neon fixat în vârful unei şipci de cca 4 m, pe o distanţă de λ/4, folosind o scară.

Neonul iluminează la fel de tare în orice punct, când punctul optim este găsit.

6.2. Antena multiband VS1AA.

Antena VS1AA a fost inventată de Jim MacIntosh. El făcea experienţe din primul război mondial, când era telegrafist militar în Egipt şi agăţa antene „fir lung" de vârful Marii Piramide! A lucrat mulţi ani în Malaya şi a realizat antena VS1AA (variantă a antenei Windom) în Kuala Lumpur (Fig. 65b). Descrierea antenei a fost publicată în „RSGB T/R Bulletin" din noiembrie 1936, şi demonstra că dacă punctul de conectare a fiderului la antenă se află la distanţa de 1/6 din lungimea antenei, faţă de centru, se poate folosi antena şi pe armonică pare. Dacă antena are 42 m, lucrează bine în 3,5, 7, 14 şi 28 MHz. Deoarece impedanţa antenei în acest punct este cca 800 Ω (mai mare ca la Windom), MacIntosch sugerează folosirea unui conductor mai subţire la fider. Dacă antena este din conductor ϕ2 mm, fiderul trebuie să aibă ϕ1,3mm. Dipolul în λ/2 pentru 3,5 MHz are aproape 40,84 m dar antena VS1AA are 42 m pentru a funcţiona şi pe armonicile pare. Diferenţa este de 3% şi nu afectează funcţionarea în 3,5 MHz. Autorul foloseşte antena VS1AA din 1947 în diverse amplasamente şi a realizat multe DX-uri în 7,14 şi 28 MHz cu 20 W. Antena VS1AA are nevoie de o priză bună de pământ sau câteva „contragreutăţi":

6.3. Antena în λ alimentată cu coaxial

Aceasta este o altă antenă alimentată excentric (Fig. 66), dar fiderul este cablu coaxial. Antena are lungimea λ şi se alimentează într-un punct aflat la distanţa λ/4 faţă de unul din capete. Pe o porţiune de λ/2 a antenei curentul are o direcţie iar pe cealaltă porţiune are direcţie contrară. De aceea diagrama de radiaţie are 4 lobi. Antena lucrează bine în 14MHz (ea poate fi calculată şi pentru alte benzi), cu unghi mic de radiaţie când este înălţată la 9,1 m de pământ

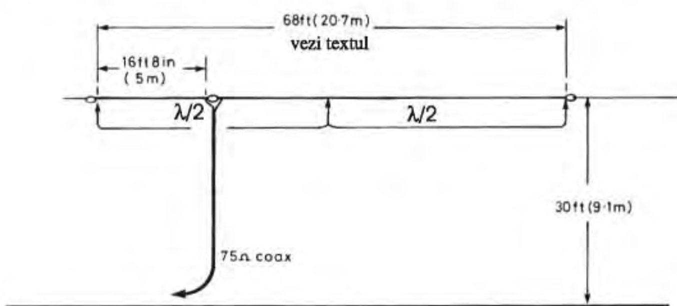


Fig. 66. Antena în λ alimentată cu coaxial de 75 Ω la λ/4 faţă de unul dintre capete este monoband.

6.3.1. Ajustarea şi acordarea.

Antena în λ pentru 14 MHz are 20,7 m lungime şi un izolator o întrerupe la 4,87 m de capătul mai apropiat de staţie.
Aici se conectează coaxialul de 75 Ω, fără balun. Fiderul trebuie să fie perpendicular pe antenă cel puţin pe lungimea de λ/4 (5m) pentru a preveni disimetrizarea şi radiaţia lui.
Se conectează un RUS-metru la coaxial şi aplicând o putere mică se notează RUS în bandă. Dacă RUS minim este spre capătul de jos [14000KHz] se lungeşte puţin latura lungă. După câteva încercări se poate obţine RUS = 1,1: 1 în centrul benzii şi 1,2:1 la capete. După John Lunn G3BRD eliminând 25mm din antenă frecvenţa de rezonanţă creşte cu 100kHz. După găsirea lungimii optime, surplusul de conductor se elimină. Antena poate fi alungită cu încă λ/2 [latura lungă] şi devenind în 3λ/2 se comportă ca un LW, cu diagramă şi câştig similar.
Antena este monoband şi dă rezultate excelente în 14 MHz. Pentru alte benzi se pot calcula antene în l corespunzătoare.

6.4. Antena G8ON

Harold Chadwick G8ON a descris antena sa pentru 1,8 MHz în „RSGB Bulletin" nr. 9/1957 şi 6/1966. Mai întâi să vedem cum rezolva L.H. Thomas, G6QB, problema montării unei antene în λ/2 pentru 1,8 MHz într-o grădină mijlocie (vezi revista „Short Wawe Magazine" nr. 6/1962), Fig. 67. Cei 73 m de conductor frânt sunt cu 3 m mai puţin decât λ/2 şi curentul maxim (deci radiaţia maximă) este într-un punct aflat la cca 12 m de pilon. Fiind ceva mai scurtă decât λ/2 impedanţa antenei poate fi adaptată de majoritatea transmatch-urilor. Antena este potrivită pentru comunicaţii la distanţe mici şi medii, ea comportându-se ca un dipol aflat la înălţime mică. Porţiunea verticală paralelă cu pilonul are curent relativ mic şi unda radiată de ea, la unghi mic (utilă la DX) este slabă.

Antena originală G8ON se dă în Fig. 68a. Porţiunile B+C+D însumează lungimea λ/2 la frecvenţa minimă. Porţiunea C trebuie să fie cât mai înaltă, şi distanţată la cel puţin 1,8 m de pilon, care e bine să fie izolat de pământ. Porţiunea A lucrează ca fider monofilar şi înlesneşte treaba transmatch-ului. Fiind scurtă are o influenţă redusă asupra performanţelor antenei. Porţiunile B şi D au potenţiale [şi curenţi] opuse şi par plăcile unui condensator scurtcircuitat de inductanţa porţiunii C. Aceasta înseamnă că între porţiunile orizontale există un câmp electric intens care creează un „curent de deplasare" prin dielectric (aerul).

Această explicaţie a fost dată de G6CJ şi se confirmă montând un ecran electrostatic (realizat din câteva conductoare paralele, orizontale, între laturile B şi D. Ecranul nu are efect când e lăsat izolat, dar când este pus la pământ, semnalele radiate scad până la 10 dB.

Varianta din Fig. 68b se foloseşte în grădini mai mici. Lungimea E-D-C trebuie să fie λ/4 la frecvenţa cea mai mică. Porţiunea E trebuie să aibă cel puţin 3,3 m. Acest aranjament micşorează „curentul de deplasare" şi totuşi este eficient. Când se foloseşte pe frecvenţă dublă, ca antenă în λ, curenţii în laturile orizontale sunt în fază şi lucrează ca două antene în λ/2 sinfazate. Aceasta dă oarece câştig pe direcţii perpendiculare pe antenă.

Inductanţa L se reglează astfel ca în latura C curentul să fie maxim. În punctul C se înseriază un bec mic sau un ampermetru RF în timpul reglajelor. G8ON a constatat că solul nisipos nu reduce randamentul antenei iar alţii au constatat că un pământ bun conductor nu constituie un avantaj.

Aceasta probabil datorită porţiunii D care se află doar la 1,8 m de pământ. Un pământ nisipos până în adâncime înseamnă că „pământul" adevărat se află la marea adâncime, ceea ce îmbunătăţeşte funcţionarea antenei.

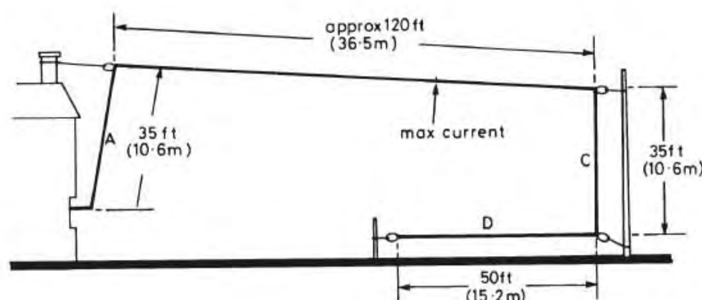


Fig. 67. Antenă în λ/2 pentru 1,8 MHz frântă pentru a încape într-o grădină de 38 m lungime, descrisă de G6QB în 1962. Poziţia maximului de curent nu asigură lucrul la DX.

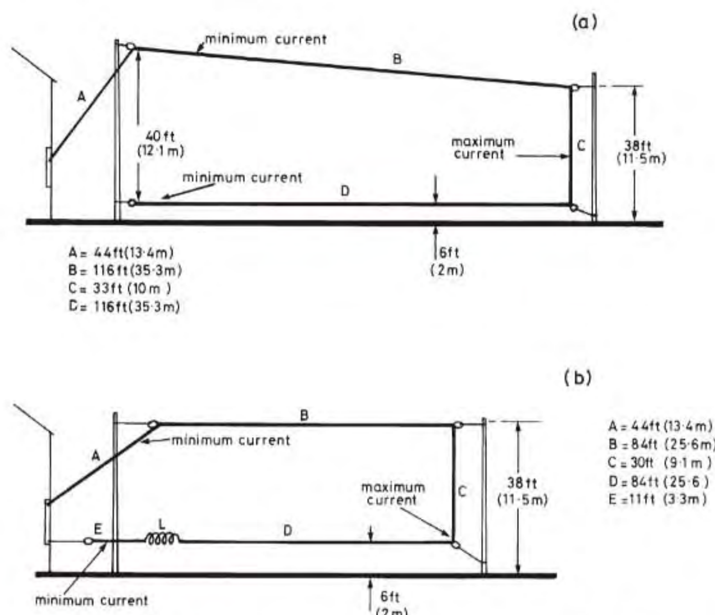


Fig. 68a. Antena G8ON originală pentru 1,8 MHz. Maximul de curent este cam la mijlocul laturii verticale C. (b) Varianta din 1966 a antenei are o bobină la 33 m de capătul E al antenei. Curentul maxim este la baza porţiunii verticale C. Dacă acest punct este legat la pământ şi se elimină porţiunea D-E cu bobină, performanţele antenei nu se modifică.!

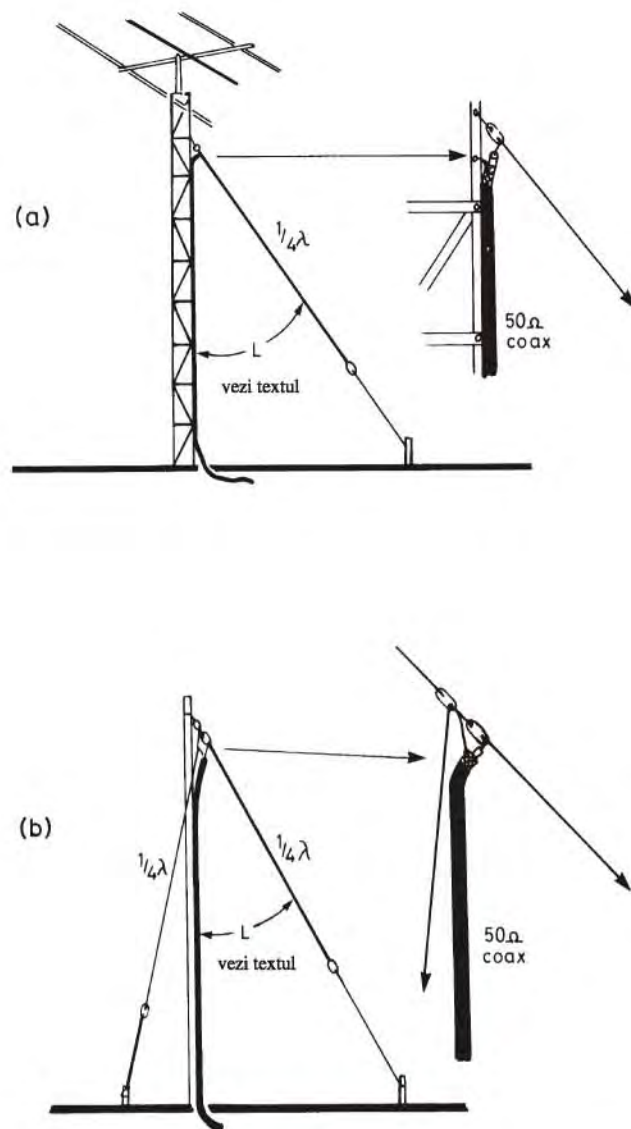


Fig. 69 (a). Antena sloper în λ/4 folosită la un pilon metalic. (b) Pilonul nemetalic poate fi înlocuit cu un conductor lung de λ/4 aproape vertical. Impedanţa sloperului în λ/4 depinde de câteva variabile, una din ele fiind unghiul L.
Pentru 1,8 MHz sloperul are nevoie de un pilon înalt de 33,5 m, ceea ce este irealizabil pentru majoritatea radioamatorilor. [Dar se poate folosi principiul din Fig. 69b la o clădire înaltă].

6.5. Antene „sloper" [înclinate] în λ/4

Antena „sloper în λ/4" sau „semi sloper" este o jumătate dintr-un dipol „V întors". În mod normal o antenă în λ/4 este verticală, cu curent şi radiaţie maximă la bază, unde se alimentează. Alimentând antena în λ/4 la capătul de sus (Fig. 69a), curentul şi radiaţia maximă se vor afla sus, la înălţime mare faţă de pământ.

Antena sloper în λ/4 are ca „pământ" pilonul metalic de care este susţinută, care trebuie să aibă la bază o priză bună de pământ. Unghiul dintre antenă şi pilon este de obicei 45° iar radiaţia maximă este de la pilon spre antenă. Câştigul sloperului în λ/4 se pretinde a fi 3-6 dB faţă de dipolul în λ/2 şi depinde de sistemul de înpământare. Rezultate mai bune se obţin cu radiale îngropate sau plase întinse pe pământ. Impedanţa sloperului în λ/4 este 30-60 Ω, în funcţie lungimea antenei, înălţimea pilonului şi unghiul dintre antenă şi pilon. Pilonul metalic lucrează ca a doua jumătate a antenei, astfel că dacă el este mai înalt decât λ/4, va apare o tensiune maximă pe pilon undeva mai jos cu aproape λ/4 de punctul de alimentare a sloperului. Antenele directive fixate în vârful pilonului influenţează impedanţa sloperului în λ/4 şi performanţele lui. Ancorele pilonului trebuie secţionate cu izolatori în porţiuni care nu rezonează[care nu sunt în λ/2 sau multiplu de λ/2]'.
Varianta din Fig. 69b are un pilon nemetalic, care este înlocuit cu un conductor lung de λ/4 care coboară pe lângă pilon sau poate fi îndepărtat de pilon, pentru a obţine un RUS mai mic. Pentru ca sloperul în λ/4 să lucreze multiband, coaxialul trebuie înlocuit cu o linie bifilară paralelă, care are nevoie de un transmatch.. Banda de trecere a sloperului este cca 50 kHz în 1,8 MHz, 100 kHz în 3,6 MHz, 200 kHz în 7 MHz şi creşte cu frecvenţa. Un sloper în λ/4 calculat pentru 1830 kHz (porţiunea de DX CW) are un RUS mărit peste 1,9 MHz.

6.6. Antena „pătrat orizontal".

Antena pătrat (Quad) cu perimetrul λ este o antenă buclă, şi când este montată orizontal aminteşte de antena directivă W8JK a lui Kraus. Spre deosebire de Quad-ul clasic, care stă vertical; aici este vorba de un pătrat orizontal: (Fig. 70). Pătratul este întrerupt cu doi izolatori, care transformă bucla în λ în două antene în λ/2 alimentate la capăt. Impedanţa fiind foarte mare (cca 9000 Ω) nu poate fi folosit un fider de joasă impedanţă. Antena radiază mai intens pe cele două direcţii opuse indicate cu săgeţi, şi polarizarea este orizontală. Câştigul este 4 dB (de 2,5 ori mărirea puterii) faţă de un dipol aflat la aceeaşi înălţime. Antena calculată pentru 21 sau 28 MHz încape în podul multor case.

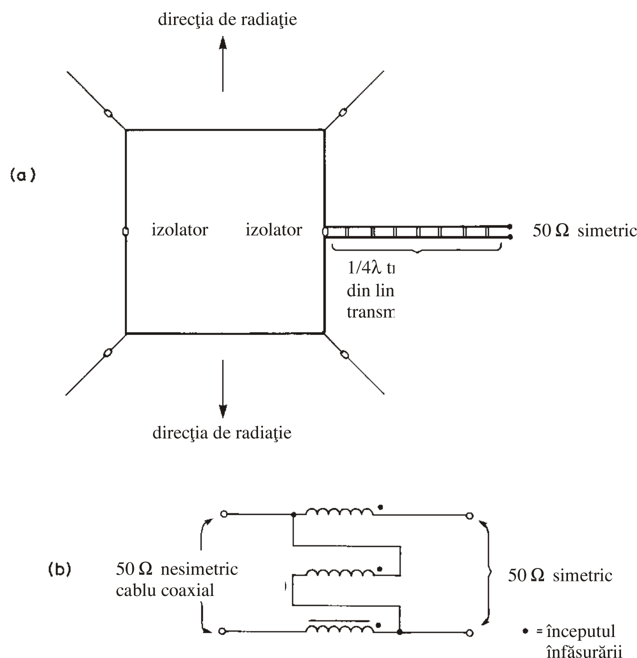


Fig. 70 (a) Antena „pătrat orizontal" întrerupt, ideală pentru interior, cu impedanţă mare. Pentru transformarea ei în impedanţă mică se foloseşte o linie acordată, în λ/4. (b) Balun 1:1 realizat cu bobinaj trifilar pe tor de ferită, la puteri moderate.

6.6.1. Alimentarea antenei

O metodă simplă de alimentare a unei antene directive de acest tip este linia acordată cu aer [scăriţă] sau linia bifilară comercială de 300 Ω . Dacă antena este interioară este nevoie de o bucată scurtă de linie. Linia acordată poate fi uşor adaptată cu impedanţa de 50 Ω a staţiei.

În Fig. 70 antena se alimentează cu o linie în λ/4 [deci acordată] cu aer, cu impedanţa de 675 Ω , care transformă impedanţa antenei în 50 Ω , simetric. La capătul liniei se conectează un balun 1:1 pentru a permite folosirea coaxialului de 50 Ω de orice lungime, până la staţie. Pentru a transforma o impedanţă în alta, linia în λ/4 trebuie să aibe impedanţa caracteristică $Zc = \sqrt{Z_{ant} \times Z_{fider}}$.

Deoarece antena pătrat „întrerupt" are cca 9000 Ω şi fiderul coaxial are 50 Ω , rezultă Zc » 675 Ω . Lungimea λ/4 a liniei acordate trebuie înmulţită cu factorul de scurtare, care este 0,97 la linia în aer [scăriţă] bine realizată:

$$l_m = 0{,}97 \times 74{,}98 / F_{MHz}$$

Pentru 21,1 MHz linia cu aer are 3,42 m iar pentru 29 MHz are 2,51 m. Linia cu impedanţa caracteristică 675 Ω are două conductoare ϕ 1,3 mm la distanţa de 178 mm.

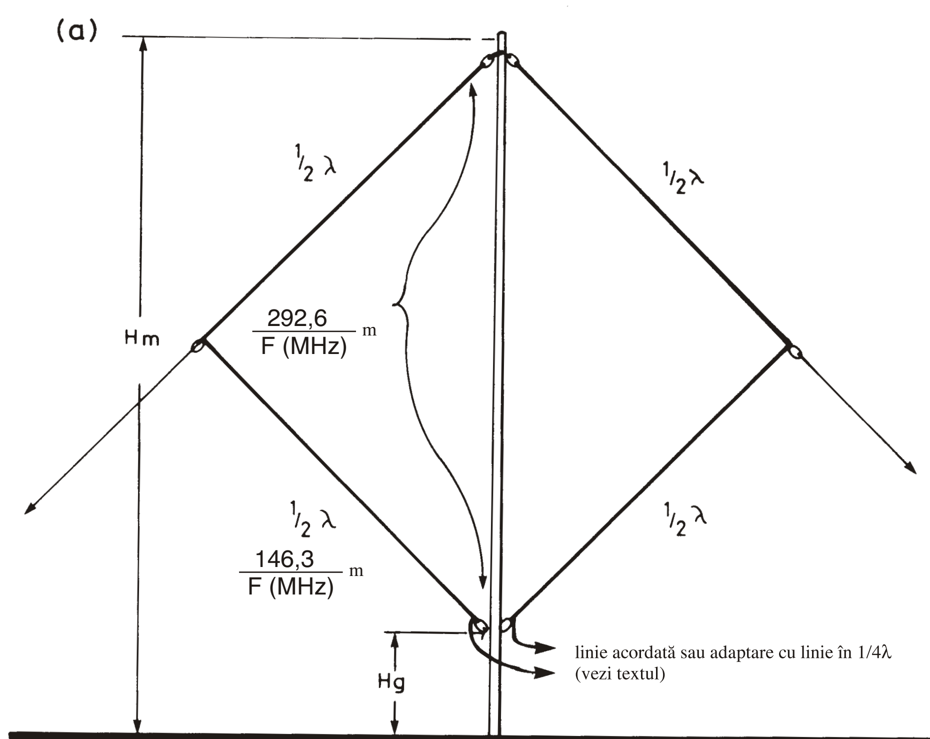
6.6.2 Construcţia şi instalarea.

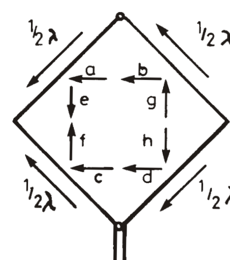
Lungimea fiecărei jumătăţi a pătratului (λ/2) la această antenă este 7,03 m pentru 21,2 MHz şi 5,19 m pentru 29 MHz. Izolatorii de la cele 4 colţuri pot fi modeşti, în aceste puncte tensiunile şi impedanţele nefiind foarte mari, la interior fiind suficiente corzi de nailon. Izolatorul din punctul de alimentare şi cel opus trebuie să fie bun, fiind recomandaţi cei din sticlă. În 29 MHz „pătratul" are laturi de numai 2,64 m şi poate fi realizată o variantă de exterior rotativă susţinută de beţe de bambus, care trebuie să se rotească numai 90°. În 21 MHz beţele diagonale din bambus sau fibră de sticlă au 2,6 m. Pentru acordul antenei la rezonanţă se conectează la intrarea liniei în λ/4 a unui conductor de scurtcircuitare cu 2 „crocodili". Se cuplează bobina DIP-metrului cu acest conductor şi se găseşte frecvenţa de rezonanţă. Mutând scurtcircuitul de-a lungul liniei se găseşte punctul unde rezonanţa are loc pe frecvenţa dorită. Se elimină surplusul de conductor al liniei.

Antena poate fi alimentată şi cu o linie paralelă cu aer de lungime oarecare, cu transmatch. În acest caz antena nu trebuie reglată la rezonanţă exact, diferenţa fiind preluată de fider.

La capătul liniei bifilare în λ/4 impedanţa fiind 50 Ω simetric, trecerea la nesimetric se face cu balun 1:1 cu bobinaj trifilar cu schema din Fig. 70b. Cele 3 conductoare emailate se răsucesc (cum sugera anterior Moxon) şi se bobinează pe un tor de ferită, după care se leagă în serie.

Coaxialul dintre balun şi staţie poate avea orice lungime, RUS în el fiind sub 1,5:1 pe o plajă de 400 kHz în jurul frecvenţei centrale de 21,2 MHz. Banda de trecere este mai largă în 29 MHz.





componentele radiaţiei orizontale (în fază) a,b,c,d

componentele radiaţiei verticale (în antifază) e,f, g, h

Fig. 71 (a) Antena „pătrat dublu" are câştig pe direcţii perpendiculare pe planul antenei. Ea se poate folosi pe o frecvenţă de 2 ori mai mică, dar câştigul este mai mic şi diagrama de radiaţie diferă. (b) Distribuţia curentului de-a lungul antenei în momentul maximului. Componentele polarizate orizontal se însumează iar cele polarizate vertical se anulează. Radiaţia antenei este polarizată orizontal, în două direcţii perpendiculare pe planul antenei.

Hm = înălţimea pilonului

Hg = înălţimea faţă de pământ

6.7. Antena „pătrat dublu" (bi-square)

Această antenă are tot forma unui pătrat, dar laturile au lungimea λ/2 şi este montat în plan vertical (Fig. 71).
Câştigul are maxime de 4 dBd pe direcţiile perpendiculare pe planul pătratului. Pătratul este susţinut de un singur pilon înalt de 11m pentru 21 MHz sau 8,53m pentru 29 MHz, ca un romb. Pătratul nu este o buclă închisă cu perimetrul 2λ ci este format din două antene în λ, fiecare având lungimea

$$l_{(m)} = 146{,}3/F_{(MHz)} .$$

Fiecare latură are vectori de radiaţie cu polarizare orizontală şi verticală egali (vezi vectorii a, b, c, d, e, f, g, h din Fig. 71b). Vectorii verticali (e, f, şi g, h) se anulează reciproc şi rămân vectorii orizontali, care sunt în fază. Aceasta înseamnă că antena are polarizare orizontală, pe frecvenţa de lucru. Pe frecvenţă de două ori mai mică polarizarea este verticală, radiaţia este mai intensă în planul antenei, câştigul este 2 dB şi impedanţa nu mai este 1000 Ω.

Pentru rezultate bune antena trebuie să aibă colţul de jos la cel puţin 1 m de pământ şi preferabil la 3-3,66 m deasupra pământului electric.

Antena „pătrat dublu" se alimentează cu linie bifilară acordată [rezonantă] dar pentru lucrul monoband se poate folosi o linie de transformare în λ/4. Dacă linia în λ/4 se realizează din linie bifilară de 300 Ω, la capătul dinspre staţie vom avea o impedanţă de 80-90 Ω, uşor de adaptat cu cablul coaxial de 75 Ω cu ajutorul unui balun 1:1. Pentru 21,2 MHz cele două părţi în λ ale antenei au câte 13,78 m, iar pentru 29 MHz, câte 10,1m. Dacă se foloseşte linie bifilară tip cu găuri, cu fante, pentru a avea lungimea electrică λ/4, în 21 MHz lungimea ei este 3,04 m iar în 29 MHz - 2,14 m. Linia de 300 Ω de tip vechi are alt Factor de scurtare, cca 0,8, şi pierderi mai mari.

La colţurile antenei „pătrat dublu" există tensiuni şi impedanţe mari, deci este nevoie de izolatori buni.

6.8. Antenă directivă de cameră cu directivitate comutabilă.

Această antenă este un Yagi cu două elemente aflate la distanţă mică: un dipol îndoit ca vibrator şi un element pasiv care poate fi comutat ca director sau reflector. Antena este proiectată pentru 29 MHz şi încape într-un pod mediu sau pe acoperiş. Autorul a folosit această antenă în timpul maximului ciclului solar nr.19, din 1957, când banda de 28 MHz era deschisă majoritatea zilelor, şi a lucrat în AM cu 50 W cu numeroase staţii din SUA şi Australia.

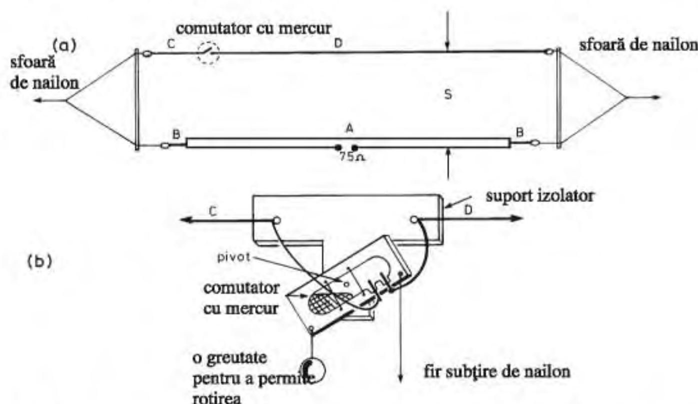


Fig. 72 (a) : Antenă Yagi cu două elemente de interior cu comutator cu mercur pentru modificarea lungimii elementului pasiv. (b) Montarea comutatorului cu mercur, ţinut înclinat de o greutate. Trăgând de sfoară poziţia devine orizontală şi mercurul scurtcircuitează bornele.

Două beţe din bambus lungi de 1,21 m, sau şipci ţin elementele antenei la distanţa S (vezi Fig. 72). Vibratorul este realizat din 4,26 m linie bifilară de 300 Ω, ca dipol îndoit, cu prelungirile B la capete, de câte 30 cm sârmă. Elementul pasiv D are 4,28 m ca director şi prin adăugarea unui conductor de 0,73 m devine reflector. Comutarea se face cu un comutator cu mercur (Fig. 72b) care stă înclinat, trăgând de o sfoară, sau cu un electromagnet. Conductoarele liţate conectate la comutatorul cu mercur trebuie luate în calcul.

6.8.1. Alte probleme

Impedanţa dipolului în λ/2 liniar, în prezenţa unui element pasiv aflat la distanţă mică este cca 20 Ω. Folosind în locul dipolului liniar un dipol îndoit, impedanţa este de 4 ori mai mare (80 Ω) care se adaptează bine cu fiderul de 75 Ω, coaxial. Teoretic este nevoie de un balun 1:1 între antenă, care este simetrică, şi coaxial. Autorul a constatat că nu este nevoie de un balun, dacă coaxialul are lungime mică. Fiderul lung poate să producă o deviaţie a diagramei de directivitate.

O antenă directivă de interior are un fider relativ scurt când staţia este la etaj.

Orice antenă de interior trebuie montată departe de rezervoare de apă [sau ţevi]. Antena prezentată are un câştig de 5,5 dB faţă de dipol în spaţiul liber, deci ceva mai mic în interior. Dacă podul este foarte mare, antena se poate realiza pentru 21,2 MHz şi dimensiunile vor fi: A= 5,84 m B=0,45 m C=0,78 m D=6,12 m S=1,84 m.

6.9. Antena „J" verticală [J-pole]

Antena în formă de J are o istorie lungă care începe la mijlocul anilor 1930, şi este folosită de obicei în VHF (50 MHz şi mai sus). Ea este o antenă în λ/2 verticală, completă, cu o linie de adaptare în λ/4 la bază. Antena în λ/2 verticală are polarizare verticală şi radiază omnidirecţional, la unghi mic faţă de sol. Randamentul ei este cu 50% mai mare decât randamentul antenei Ground Plane în λ/4 şi nu are nevoie de radiale sau priză de pământ. Dacă se alimentează la centru o antenă verticală în λ/2, fiderul de joasă impedanţă trebuie să meargă perpendicular pe antenă pe o direcţie destul de mare (deci orizontal) după care poate schimba direcţia. Altfel antena va fi dezechilibrată şi impedanţa ei se îndepărtează de 73 Ω.

Această problemă se rezolvă alimentând dipolul vertical în λ/2 la bază [la un capăt, unde impedanţa este mare] prin intermediul unei linii de adaptare în λ/4.

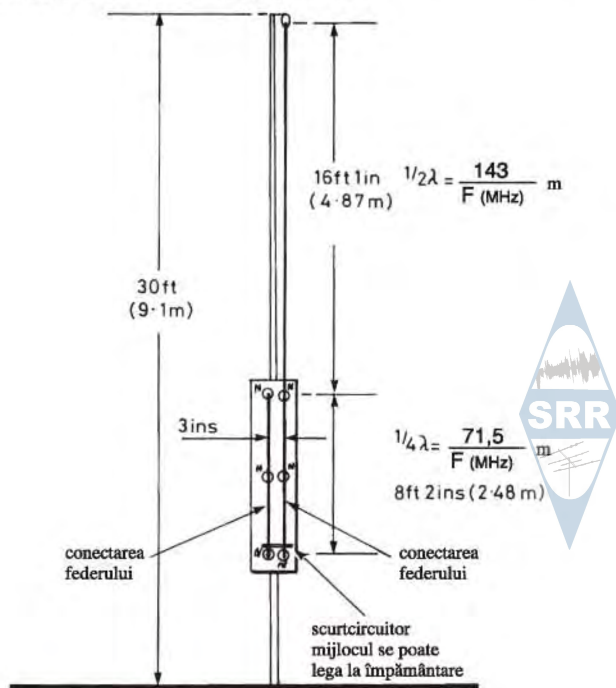


Fig. 73. Antena în J verticală pentru 28 MHz, un uriaş (jumbo) pe lângă antenele VHF. Este o antenă în λ/2 adaptată cu coaxialul cu ajutorul unei linii în λ/4 cu capătul în scurtcircuit.

6.9.1. Construcţia

F.C. Judd, G2BCX, a folosit antena J ca model pentru antena sa verticală „Slim Jim", care este o jumătate de dipol îndoit alimentat la bază cu o linie de adaptare în λ/4, ca şi antena „J". Folosind tuburi pentru antena VHF „Slim Jim", construcţia devine robustă şi nu trebuie ancorată.

Antena în „J" din Fig. 73 este realizată din sârmă, pentru 29 MHz. Varianta „Slim Jim" funcţionează de asemenea excelent, dar este puţin mai scumpă.

Pentru susţinerea antenei este nevoie de un pilon nemetalic înalt de 9,1m (sau un cablu de susţinere, întins la această înălţime). Antena este un conductor lung de 4,87m paralel cu pilonul. Linia de adaptare în λ/4 se montează pe o şipcă impregnată, fixată pe pilon, şi are 2,48 m. Baza antenei este la cca 1,8 m de pământ, ceea ce permite ajustarea liniei [şi conectarea fiderului].

Izolarea trebuie să fie bună la vârful antenei şi la capătul ei de jos, conectat la o latură a liniei în λ/4. Linia în λ/4 nu radiază, are conductoarele la distanţa de cca 76 mm iar capătul de jos are o bară de scurtcircuitare. Linia este ţinută la distanţă de şipcă cu câţiva izolatori.

6.9.2. Adaptarea

Antena „J" trebuie acordată la rezonanţă înaintea conectării coaxialului de 50 Ω. O „bară" de scurt circuitare făcută din doi „crocodili" şi o jumătate de spiră din conductor se fixează la capătul liniei. Se cuplează DIP-metrul la jumătatea de spiră şi se caută frecvenţa de rezonanţă. Se mută scurtcircuitorul mai sus până ce rezonanţa este pe 29 MHz. Atunci se înlocuieşte scurtcircuitul provizoriu cu un conductor cositorit între laturile liniei în λ/4, iar surplusul se elimină.

Apoi se introduce un RUS-metru în serie cu fiderul, capătul coaxialului se conectează la linia în l/4 cu doi „crocodili", se aplică o putere mică (pe 29MHz) şi se măsoară RUS. Se mută poziţia „crocodililor" până se găseşte poziţia care dă RUS minim, sub 1,5:1. Se înlătură „crocodilii" şi se cositoreşte coaxialul direct la linie.

Centrul barei de scurtcircuitare se poate lega la pământ, ceea ce previne încărcarea antenei cu sarcini statice.

6.9.3. Performanţele.

Banda de trecere a antenei este mai largă dacă antena este realizată din ţeavă; antena din sârmă acoperă o porţiune de câteva sute de kHz unde se lucrează FM şi SSB în 29 MHz. Autorul are un semnal S9 cu unda de sol până la distanţe de 50-90 km.. Posibilităţile de lucru DX nu s-au verificat, lipsind propagarea [dar sunt bune] . Diagrama de radiaţie este deformată de obiectele vecine (clădiri, copaci, movile, reţele) când antena este montată direct pe pământ.

După reglaje, antena trebuie amplasată pe un punct cât mai înalt (de exemplu în vârful unei clădiri) şi atunci performanţele ei cresc mult.

6.10. Antene buclă ecranate mici, pentru recepţie.

Recepţia semnalelor slabe în 1,8 MHz este deseori împiedicată de paraziţii artificiali [şi naturali]. Este o „pedeapsă" pentru mulţimea de aparate şi maşini casnice care ridică nivelul de trai. Locuinţa autorului, deşi este semi-rurală, nu este scutită de o mulţime de paraziţi electrici de diferite intensităţi, proveniţi de la încălziri centrale, termostate, mixere, garduri electrice etc.

O antenă verticală bună, pentru 1,8 MHz, captează bine şi paraziţii locali şi cei de la distanţă, ceea ce l-a determinat pe autor să experimenteze antene buclă ecranate mici.

Proiectarea lor s-a bazat pe articolul lui Doug de Maw din revista QST nr. 3/1974 (WIFB), care a fost republicat în „The ARRL Antenna Handbook" ediţia 14.

Forma buclei nu este critică (vezi Fig. 74) dar este importantă suprafaţa ei. Pentru acelaşi perimetru (deci lungime de conductor), semnalul recepţionat este cu atât mai mare cu cât suprafaţa buclei este mai mare. Cercul (a) are suprafaţa cea mai mare, urmat de octogon (b), hexagon, pentagon, pătrat (c), triunghi (d), dreptunghi (e, f). Pătratul este probabil cel mai uşor de realizat şi fixat, şi este aproape la fel de eficient ca cercul. Triunghiul echilateral (d) a fost încercat de autor şi este inferior pătratului.

Antenele buclă mici au diagrama de recepţie în formă de 8 (Fig. 75b) asemănătoare cu dipolul în λ/2, cu deosebirea că recepţia maximă este în planul buclei, în timp ce la dipol este perpendicular pe el, iar la buclele mari, în λ (Quad, triunghi) este perpendicular pe planul lor.

Bucla mică are o recepţie foarte slabă, aproape nulă, pe direcţiile perpendiculare pe planul ei, cel puţin cu 30 dB mai slabă decât pe direcţiile maximelor.

O antenă este „buclă mică" când conductorul ei nu este mai lung decât 0,1λ. Bucla mică ecranată ce va fi descrisă are conductorul lung de numai 0,036λ în 1,8 MHz, deci cca 6 m. Aceasta este lungimea maximă care se poate aduce la rezonanţă. Capacitatea distribuită de-a lungul cablului coaxial din care este realizată antena este prea mare dacă bucla este mai mare.

6.10.1. Detalii de construcţie.

O antenă tipică „buclă ecranată" este reprezentată în Fig. 75a (dar nu la scară). Se dispun 6 m de coaxial de 50 sau 75 Ω în formă de pătrat, capetele fiind introduse într-o cutie mică de metal, unde este montat condensatorul variabil c. Coaxialul trebuie să fie din cel cu capacitate mică. Cel mai bun este

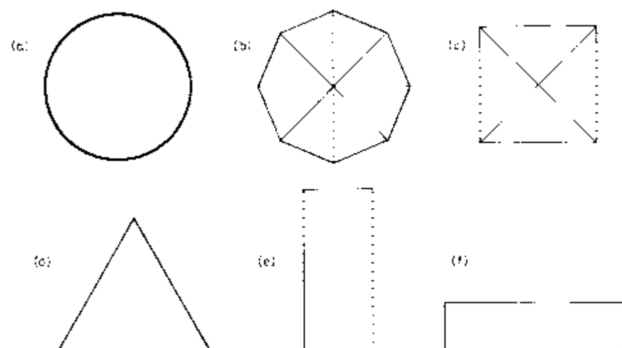
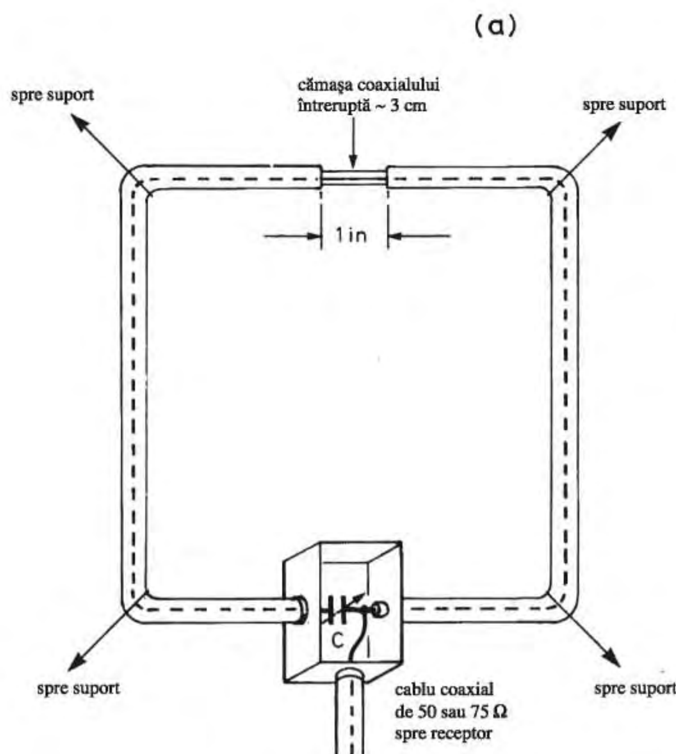


Fig. 74. Formele a-f sunt posibile pentru antena ecranată, cu o singură spiră. Toate au acelaşi perimetru, dar suprafeţe diferite. Cu cât suprafaţa este mai mare, antena este mai bună la recepţie.

coaxialul cu „semi aer": 16 pF pe 30 cm, cu dielectric elicoidal. Coaxialul RF-11/U american, spongios (16,9 pF pe 30 cm) sau cel nespongios (20,6 pF pe 30 cm) se poate folosi cu succes. În general cablele cu aer, semiaer sau dielectric spongios sunt cele mai folosite pentru antene buclă de recepţie. O buclă cu perimetrul 6 m are o inductanţă de cca 15 mH, deci este nevoie de o capacitate totală de 500 pF pentru aducerea ei la rezonanţă. Dacă bucla este realizată din coaxial bun, cu 20 pF pe 30 cm [total 400 pF], este nevoie de încă 100 pF pentru a rezona pe 1,8 MHz. Antenele-buclă mici, construite de autor din coaxial cu capacitate foarte mică, folosesc un condensator de 180 pF pentru acord.

Multe cable coaxiale folosite de radioamatori au 30 pF pe 30 cm lungime, deci 600 pF o buclă de 6 m - prea mult pentru a rezona pe 1,8 MHz. Condensatorul C poate fi de 360 pF, de la un aparat de radio. Bucla are la centru o porţiune de cca 25 mm unde se elimină tresa împletită; altfel ea nu recepţionează nimic. Tresa nefiind continuă, lucrează ca o „cuşcă Faraday", care



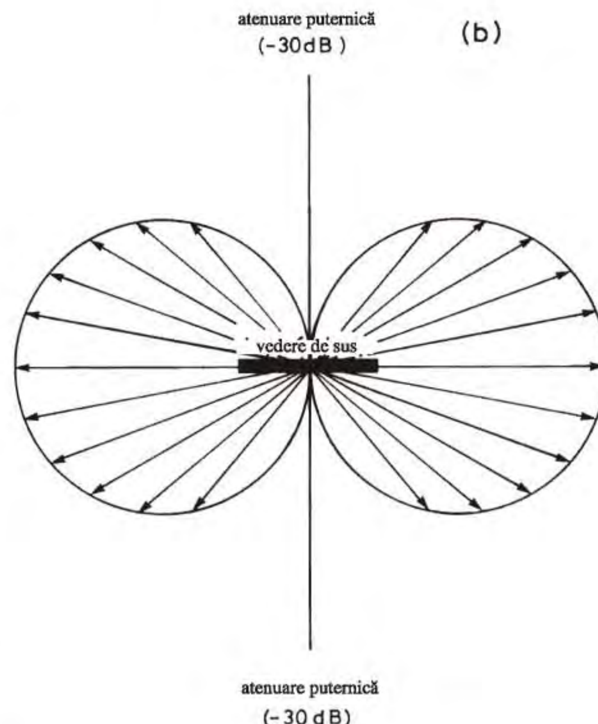


Fig. 75 (a). Detalii constructive pentru antena buclă ecranată de recepţie pentru 1,8 MHz. Coaxialul folosit pentru buclă trebuie să aibă capacitate foarte mică. (b) Caracteristica de directivitate a antenei, în formă de 8, are nuluri de recepţie perpendicular pe planul buclei.

ecranează electric bucla, dar nu şi magnetic. Bucla lucrează ca o „antenă magnetică", neinfluenţată de obiectele vecine. (În Germania buclele ecranate sunt cunoscute ca antene „magnetice").

Ecranarea reduce mult paraziţii electrostatici, ceea ce face ca antena să aibă un raport semnal/zgomot excelent.

Bucla ecranată se poate folosi cu succes în cameră sau aproape de sol. Chiar şi în apropierea ţevilor, rezervoarelor de metal şi a reţelelor, sau în pod, antena funcţionează.

6.10.2. Acordarea buclei

Prima antenă buclă ecranată a fost acordată pe 1,85 MHz de autor pe minim de zgomot la recepţie, bucla fiind culcată pe podea. Apoi bucla a fost fixată vertical, în pod, cu ajutorul unor corzi. Un difuzor suplimentar a fost montat în pod, pentru reajustări.

Mai târziu autorul a montat încă o antenă identică, perpendicular pe prima, la cca 6 m distanţă, şi un comutator la staţie, cu care se alege antena care dă recepţia cea mai convenabilă.

Antena buclă ecranată are factor de calitate Q mic şi acoperă toată banda 1810 - 2000 kHz.

6.10.3. Performanţe

Uneori se afirmă că buclele ecranate nu sunt directive pentru semnale venite de la mare distanţă, ceea ce este greşit.

Buclele construite de autor au dovedit directivitate pentru semnale DX. Iarna semnalele recepţionate din SUA (în Anglia) cu bucla orientată spre Nord-Vest sunt uneori S9+10dB, iar cu bucla orientată SUD-Vest sunt sub S9, şi comparabile cu multe semnale din Europa, puternice.

O antenă buclă ecranată pentru 1,8 MHz cuplată la un transceiver „Corsair" Ten-Tec, fără preanplificator RF, reduce nivelul de zgomot cu cca 35 dB! Teste îndelungate au buclele ecranate au deseori un avantaj de 15-20dB la raportul semnal/zgomot.

6.11. Un preamplificator de bandă largă şi zgomot mic.

Deşi autorul a obţinut un raport s/z bun cu antena buclă ecranată, faţă de antena verticală, în 1,8 MHz, s-a considerat că ar fi utilă o amplificare suplimentară a semnalelor RF.

Preamplificatorul (Fig. 76) este inspirat după cel prezentat de Wes Hayward, W7ZOI în „The ARRL Antenna Book" şi este deseori folosit de radioamatori în etajele RF şi FI.

Preamplificatorul este stabil datorită reacţiei negative din emiter [rezistenţa nedecuplată] şi din colector în bază.În colector este conectat un transformator de bandă largă 4:1 pentru a obţine o impedanţă de ieşire de cca 50 Ω, iar impedanţa de intrare la BSX20 este cca 50 Ω. Tranzistorul original este 2N5179. Diodele în contraparalel de la ieşire protejează transceiverul, iar cele de la intrare, limitează semnalele produse de antena buclă, când se emite cu antena principală.

Transformatorul 4:1 bobinat bifilar se poate realiza pe un tor Amidon FT-50-61 sau echivalent. În lipsa torului se poate folosi o bară scurtă de ferită ϕ 6 mm. Bobinajul are 12 spire bifilare, din două conductoare ϕ 0,45 - 0,57 CuE răsucite uşor înainte de bobinare.

Preamplificatorul are un câştig de cca 15 dB şi nu modifică practic raportul semnal/zgomot. El se adaptează cu coaxialul ce vine de la antenă şi cel care merge la receptor şi permite ascultarea semnalelor slabe.

6.11.1. Folosirea în exterior.

Dacă antena buclă ecranată se montează afară, se recomandă protejarea ei într-un tub de plastic. Trei tuburi ϕ18 mm lungi de 2 m se pot uni formând un cerc, care după ermetizare împotriva apei se poate fixa sau chiar roti. Baza buclei poate fi la 1-1,2 m de sol, deci este nevoie de un suport puţin înalt.

Se poate realiza o antenă buclă ecranată de două ori mai

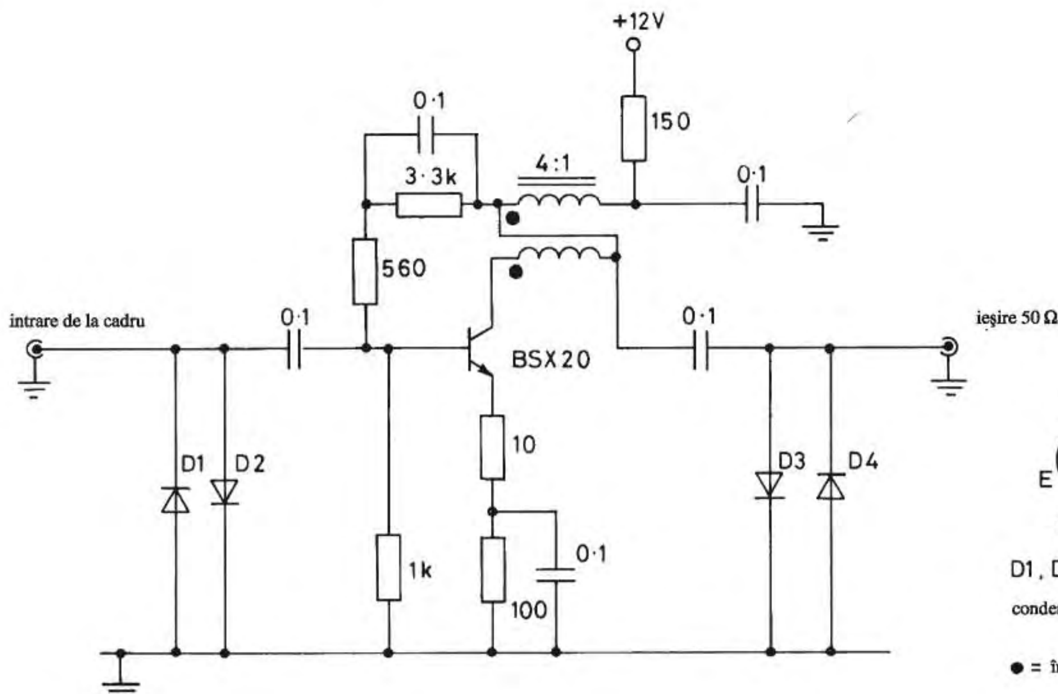


Fig. 76. Schema preamplificatorului de bandă largă pentru antena buclă ecranată. El se poate instala la antenă sau pe receptor.

este avantajoasă deoarece permite atenuarea staţiilor europene foarte puternice.

6.12. Antene Beverage.

Antena Beverage, numită şi „antena cu undă progresivă" este în forma ei cea mai simplă - un conductor orizontal lung de 0,5-10λ suspendat la circa 3 m deasupra solului. Ea a fost realizată de HH Beverage pentru recepţia undelor lungi, la Riverhead, USA, primul exemplar având 10 mile, deasupra unui teren nisipos, uscat. Dacă undele sosite la antenă ar fi polarizate exact vertical, în antenă nu s-ar induce curenţi. Proprietăţile dielectrice ale solului din Riverhead produc o înclinare mare a polarizării verticale a undelor, şi componenta polarizată orizontal care apare, induce curenţi de-a lungul antenei.

Semnalele recepţionate de antena Beverage sunt unde de sol cu polarizare verticală, dar radioamatorii recepţionează unde spaţiale, care au polarizare mixtă şi sosesc la antenă sub unghiuri foarte diferite. Aceasta înseamnă că antena Beverage a radioamatorului nu trebuie neapărat să fie montată deasupra unui sol uscat şi dielectric. Totuşi un sol cu conductivitate slabă dă o eficacitate mai mare antenei Beverage. Un articol din „Wireless World" de după primul război mondial a fost scris de un ofiţer de transmisiuni dintr-o unitate de tancuri. El scria că toţi pilonii de 9 m ai antenei au fost rapid distruşi, fiind lângă linia frontului, şi s-a lucrat adesea cu antena întinsă pe pământ, îndreptată spre corespondent. Dar antena nu „mergea" pe alte direcţii.

Aceste „fire lungi" întinse pe pământ erau precursoarele antenei „de undă", care acum se folosesc doar la recepţie, dar cu 50 de ani în urmă erau variante folosite la emisie în US, peste 2 MHz.

În Fig. 77 se vede o antenă Beverage, staţia fiind în capătul din dreapta. Unda radio vine din stânga şi induce curenţi în antenă, în diferitele ei porţiuni, care curg spre dreapta (cu viteză ceva mai mică decât unda) şi sunt în fază. Ei se însumează şi dau un semnal puternic la receptor. Dacă capătul din stânga al antenei este pus la pământ sau lăsat în gol, curenţii induşi de unda radio sosită din stânga sau din dreapta se vor reflecta de capătul din stânga spre cel din dreapta, şi antena este bidirecţională. Dacă însă capătul din stânga este legat la pământ printr-o rezistenţă, ea consumă energia curenţilor care vin spre ea, reflexia nu are loc şi antena este unidirecţională. Rezistenţa trebuie să fie adaptată [deci egală] cu impedanţa caracteristică a liniei de transmisie formată din conductorul antenei şi pământ.

Impedanţa caracteristică depinde de diametrul antenei şi înălţimea faţă de pământ, şi are valori între 200-400 Ω. Rezistenţa R trebuie să fie neinductivă.

Antena Beverage lucrează cel mai bine deasupra unui sol sărac, dar priza de pământ la care se conectează rezistenţa

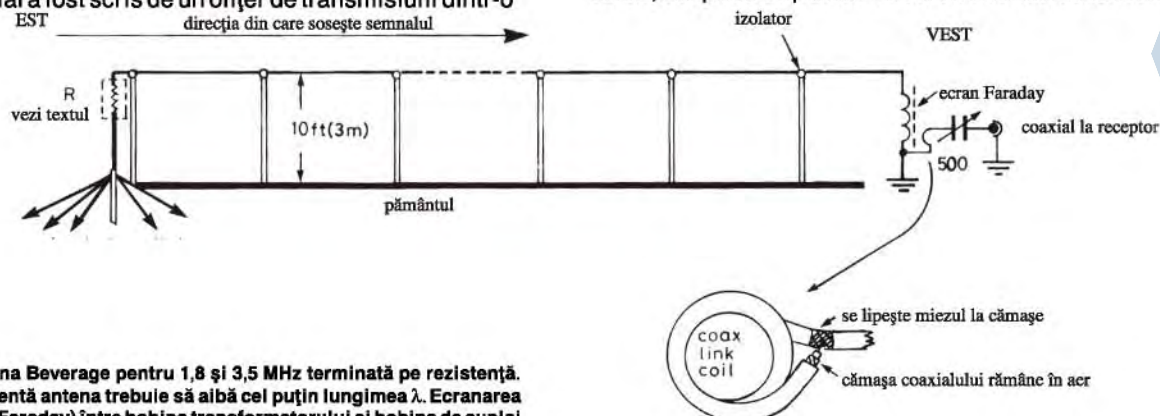


Fig. 77. Antena Beverage pentru 1,8 şi 3,5 MHz terminată pe rezistenţă. Pentru a fi eficientă antena trebuie să aibă cel puţin lungimea λ. Ecranarea electrostatică (Faraday) între bobina transformatorului şi bobina de cuplaj

trebuie să fie foarte bună. Se vor folosi câteva radiale pe pământ sau îngropate. Un transformator simplu adaptează impedanţa relativ mare a antenei Beverage cu impedanţa coaxialului care merge la receptor.

Secundarul transformatorului trebuie ecranat electrostatic faţă de primar, aceasta rezolvându-se prin două (sau mai multe) spire din coaxialul care merge la receptor (vezi Fig. 77).

6.12.1. Lungimea şi performanţele.

O antenă Beverage eficientă are lungimea cel puţin 1λ, ceea ce înseamnă cca 160 m în banda de 1,8 MHz. Lungimea optimă este 1-3λ şi înălţimea de 3-6 m de sol. Antena Beverage dă semnale puternice de la staţiile aflate în direcţia capătului terminat pe rezistenţă şi foarte slabe din direcţii transversale. Ea are un nivel foarte mic de paraziţi artificiali şi atmosferici. Nici o altă antenă nu se compară cu ea la recepţia DX în 1,8 MHz. Antenele buclă sunt bune, dar nu se compară cu Beverage.

Din păcate radioamatorii nu agreează lucrul pe o direcţie fixă ci lucrul în orice direcţie, la distanţe mari. Pentru aceasta este nevoie de mai multe antene Beverage. Puţini radioamatori dispun de teren mare pentru a instala una sau mai multe antene Beverage, astfel ca majoritatea trebuie să se mulţumească cu antene cu zgomot mic de alt tip. Informaţii mai multe despre antenele Beverage se găsesc în cartea „Low-band DX-ing" de John Devoldere, ON4UN, editată de ARRL.

6.13. Antena „coadă de peşte" pentru 5 benzi.

Antena „coadă de peşte" (Fig. 78a) se realizează din folie de aluminiu (de bucătărie) lată de 30 - 45 mm, ca antenă interioară pentru 5 benzi. Capetele antenei se decupează în formă de V şi se obţine un dipol de bandă foarte largă care lucrează între 14-30 MHz cu RUS mic. Datorită tăieturilor dipolul are latura cu lungimea între 2,4 m şi 4,5 m. Deşi are 9 m lungime el rezonează în 14 MHz în λ/2, având „conductoare" cu capacitate mare. Alimentarea se face direct, cu coaxial de 75 sau 50 Ω, fără balun, având grijă la conexiuni.

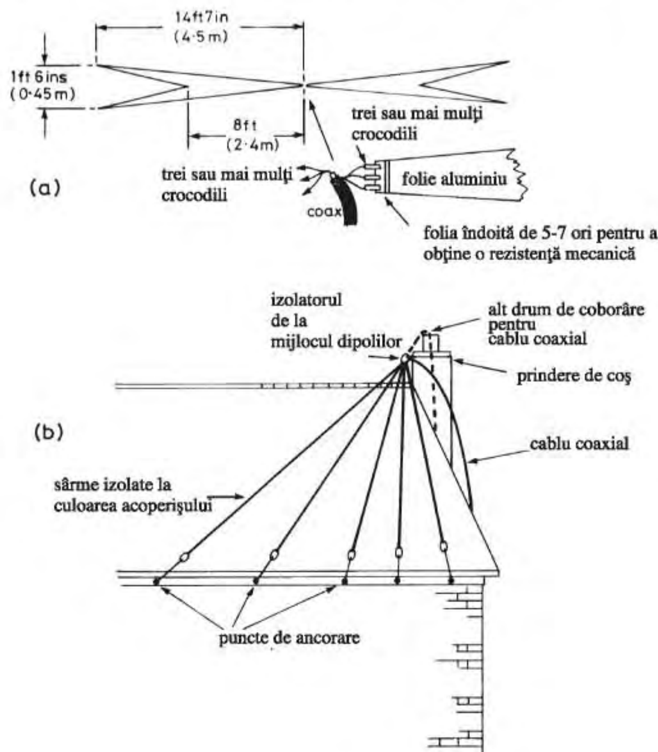


Fig. 78 (a) Antena „coadă de peşte", realizată din folie de aluminiu. Având bandă de trecere largă, acoperă cele 5 benzi dintre 14-30 MHz. Fiderul se conectează la antenă cu ajutorul unor crocodili, ca în detaliul din dreapta.
(b) „Un" dipol de bandă largă montat deasupra acoperişului casei, realizat din conductoare liţate cu izolaţia asortată culorii acoperişului.[se vede numai jumătate din antenă!]

Coaxialul nu poate fi cositorit la antenă, de aceea se folosesc câţiva „crocodili" plaţi, legaţi în paralel, pentru a reduce rezistenţa de contact. Folia de Aluminiu se împătureşte de câteva ori la capăt ca să nu fie ruptă de „crocodili".

Greutatea coaxialului trebuie susţinută de o sfoară legată de căpriorii podului, unde este montată antena. Autorul a descris o antenă de acest tip cu câţiva ani în urmă şi a primit o scrisoare de la un utilizator care îl anunţa că de la prima chemare a reuşit un QSO cu ZL!

Înaintea instalării trebuie găsit adezivul care lipeşte bine folia de aluminiu.

6.14. Dipol de bandă largă deasupra acoperişului.

În prezent proprietarii trebuie să respecte multe restricţii referitoare la sârmele de rufe, anumite animale, piloni radio.

În unele locuri nimic nu trebuie să fie mai înalt decât coama acoperişului sau hornul, nici măcar antena TV. Dipolul cu mai multe conductoare din Fig. 78b este similar cu antena multiband descrisă în Cap. 1, paragraful 8, Fig. 9. Diferenţa este că mijlocul antenei este legat de horn iar laturile lui coboară până la izolatorii fixaţi de streaşină sau de jgheab. Dipolul cel mai scurt lucrează pe frecvenţa cea mai mare, cel lung pe frecvenţa cea mai mică iar cei intermediari este bine să fie cât mai mulţi, pentru o bandă mai largă de trecere. Conductoarele pot fi acoperite cu plastic de aceeaşi culoare cu acoperişul. Izolatorii pot fi mici, discreţi. Un coaxial subţire de 50 Ω coboară pe lângă perete sau chiar prin horn, dacă nu este folosit. În acest caz trebuie luate măsuri, căci apa de ploaie se prelinge pe cablu.

Antena are curent maxim la centru, deci la vârful acoperişului, fără a folosi un pilon, şi ea lucrează mai bine ca antenele de cameră sau din pod. Radioamatorii în vârstă consideră că un metru de antenă exterioară face cât 10 m „interiori".

6.15. Antene subterane.

Încercaţi să nu râdeţi, deoarece acest paragraf este serios!

Antenele subterane au o istorie lungă, începând din 1912. Ele au fost încercate în anii 1920 (vezi „Amateur Wireless" din septembrie 1922) şi în prezent se fac cercetări secrete în toată lumea pentru perfecţionarea antenei „invizibile". O explozie atomică distruge aproape toate antenele aeriene şi doar antenele subterane ar putea rezista, nicidecum antenele parabolice montate pe piloni înalţi.

Cu câţiva ani în urmă autorul a publicat un articol „glumă" de 1 Aprilie, despre antene subterane imaginare. Spre surprinderea lui, într-o scrisoare primită de la Richard Silberstein, WφYBF, i se comunica faptul că unele idei erau corecte! WφYBF fusese implicat în cercetări pe această temă mulţi ani şi unele concluzii le prezentase în „ARRL Antenna Compendium" Vol. 1 („Antene subterane şi radioamatorism"). În „RSGB T&R Bulletin" din februarie 1927 s-a publicat un articol al lui C.H. Targett, G6PG, un entuziast al antenelor subterane. Antena lui, lungă de 18 m, izolată cu cauciuc, era la cca 75 cm sub pământ, susţinută de ţăruşi cu izolatori şi protejată cu olane (Fig. 79).

G6PG a constatat că antena, alimentată la capăt (care ieşea din pământ printr-un furtun de cauciuc), reducea paraziţii aproape la zero şi asigura recepţia în unde scurte aproape ca o antenă aeriană. Cu 8W el a realizat legături pe l

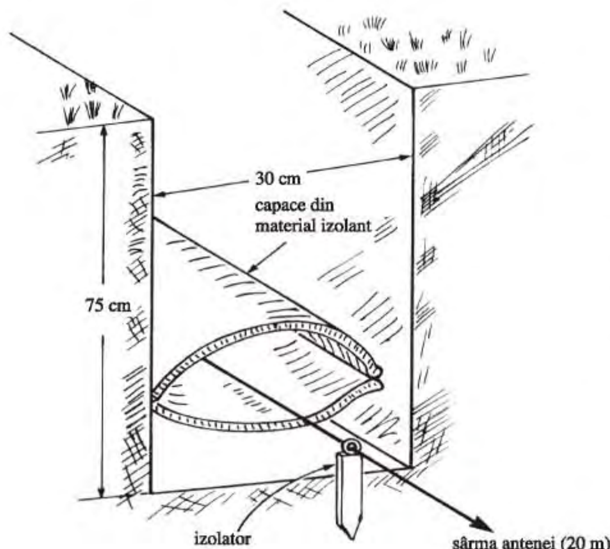


Fig. 79: O antenă subterană, „timpurie", descrisă în „RSGB T&R Bulletin" din 1927 de G6PG.

constatat factori de scurtare de 25%. Impedanța la centrul dipolului era mică, și s-a folosit acolo un circuit special de adaptare cu fiderul coaxial. WϕYBF consideră că în 1965 nu dispunea de materiale izolante bune și sugerează montarea antenei în tuburi de plastic cu diametru mare, cu suporți pentru conductor, în interior.

El a adus antena la rezonanță cu un DIP-metru, după care a pus capacul din plastic la tomberonul din plastic care proteja mijlocul dipolului și dispozitivul de adaptare.

Ideea autorului pentru o antenă similară se vede în Fig. 81.

Se sugerează un tub din plastic cu diametru mare, pus într-un șanț umplut cu granule de polistiren expandat (folosite la ambalaje). Șanțul se acoperă cu pământ numai la suprafață, un strat gros de 5-7cm. Centrul antenei trebuie să fie accesibil pentru acorduri iar coaxialul să fie îngropat.

Pierderile de cca 10 dB ale antenei pot fi compensate la emisie și la recepție. Semnalul la recepție este mai slab, dar fără paraziți.

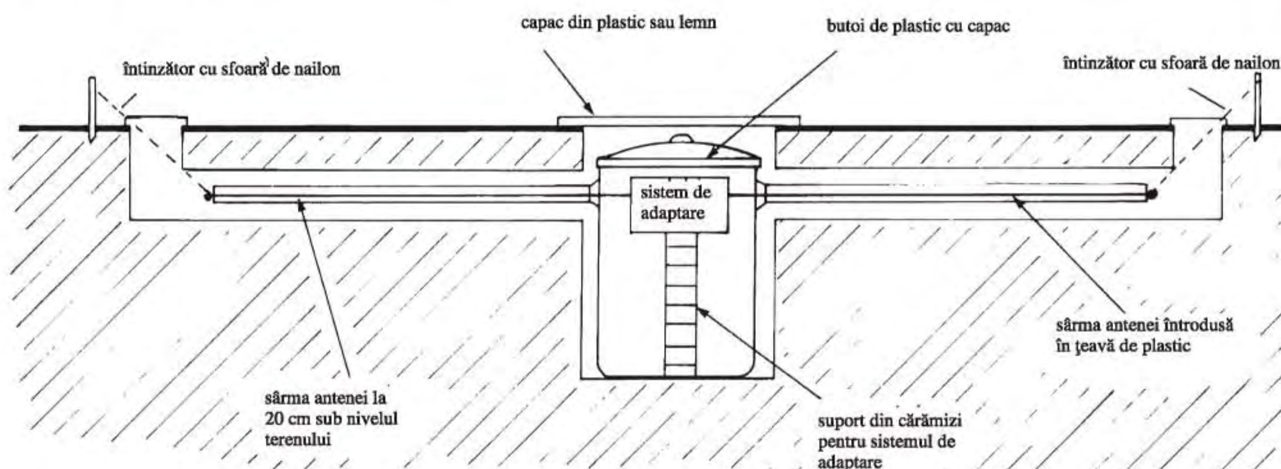


Fig. 80. Antena subterană realizată de WϕYBF în 1965.

lungimile de undă 150-200 m, 90 m și 45 m până la distanțe de 1000 mile. Antena era foarte directivă: toți corespondenții se încadrau într-un unghi de 30° față de capătul antenei. Aceste performanțe sunt similare antenei filare nerezonante terminată pe rezistență, și (la recepție) antenei Beverage.

În Fig. 80 se dă antena subterană experimentată de WϕYBF în 1965, cu care asculta semnalele WWV din Beltswille, pe 5 MHz. Atenuarea semnalelor depinde de natura solului, și în cazul acestor antene se folosește termenul „adâncime de pătrundere", aceea la care semnalul scade cu 8,68 dB, care este egal cu 1 Neper. Pământul este aproape un dielectric și la adâncimea de 1 m semnalul este atenuat cu cca 1,87 dB într-un sol mediu. În plus, există pierderi prin reflexie și refracție. Antena lui Silberstein, aflată la 20 cm sub pământ avea pierderi medii de 16 dB ale semnalului față de un dipol în $\lambda/2$ aflat la $0,3\lambda$ deasupra pământului.

Lungimea de rezonanță a antenei îngropate este mai mică decât a antenei aeriene. Dipolul lui WϕYBF pentru 5 MHz avea doar 14,2 m în loc de 28,53 m, datorită proprietăților dielectrice ale solului, deci factorul de scurtare era 47,4% la adâncimea de numai 20 cm. La adâncimi mai mari s-au

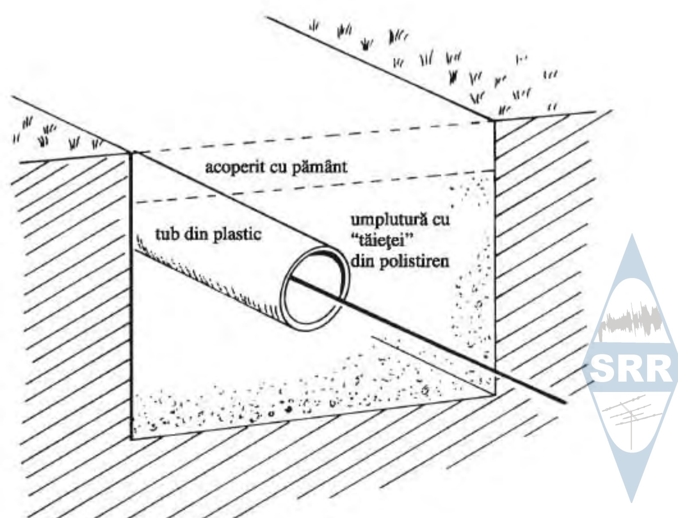


Fig. 81: Antenă subterană realizată cu materiale moderne.

Sisteme de adaptare a antenelor

Proiectarea şi instalarea unei antene nu este deosebit de dificilă, dar trebuie rezolvată şi problema transferului energiei de la emiţător la antenă. Deseori o mare parte din puterea staţiei de radioamator se pierde sub formă de căldură sau prin radiaţia fiderului.

Majoritatea antenelor descrise în această carte au nevoie de un transmatch. Autorul foloseşte întotdeauna un transmatch între emiţător şi antenă, deoarece el oferă emiţătorului o impedanţă de sarcină corectă, reduce radiaţia armonicilor şi micşorează la recepţie semnalele cu frecvenţe apropiate . Multe echipamente moderne lucrează bine numai pe o sarcină de 50 Ω , şi se defectează sau îşi reduc automat puterea dacă sarcina nu are 50 Ω .

Deci trebuie rezolvate două probleme: adaptarea antenei cu fiderul şi adaptarea emiţătorului cu fiderul.

7.1. Adaptarea antenei cu fiderul

Această problemă a mai fost discutată, dar unele puncte trebuie aprofundate. Când antena are impedanţa de cca 75 Ω (cazul dipolului în λ/2) se poate folosi coaxial sau cablu bifilar cu această impedanţă. Dacă se foloseşte coaxial de 50 Ω , neadaptarea nu este mare şi pierderile nu sunt mari. Când antena are impedanţă mai mare, se poate folosi linia bifilară în plastic, de 300 Ω de bună calitate sau o linie bifilară cu aer [scăriţă] cu impedanţa caracteristică necesară, pentru a se adapta cu antena.

Totuşi există impedanţe greu de adaptat cu cablele existente, în plaja 20-50 Ω . O soluţie în acest caz este punerea în paralel a două coaxiale, cum s-a arătat în Cap. 5 (vezi şi Fig. 53), unde s-a realizat un coaxial de 37 Ω din două de 75 Ω , pentru adaptarea cu impedanţa antenei verticale Marconi în λ/4. Două coaxiale de 50 Ω puse în paralel dau impedanţa caracteristică de 25 Ω , iar 75 Ω cu 50 Ω puse în paralel dau 30 Ω (atenţie! trebuie să aibă acelaşi factor de scurtare). Legânând în paralel două linii bifilare în plastic de 300 Ω se obţine o linie de 150 Ω .

Folosirea liniei în λ/4 de transformare e discutată în Cap. 6 la antena „pătrat orizontal". Din păcate linia nu realizează întotdeauna adaptarea optimă cu coaxialul, deoarece impedanţa ei caracteristică nu poate avea practic orice valoare.

7.2. Linia de transmisie în λ/2.

Linia în λ/2 este puţin utilizată. Funcţionarea ei se bazează pe faptul că impedanţa unei linii de transmisie trece din nou prin aceleaşi valori după distanţa λ/2, indiferent de impedanţa ei caracteristică. De exemplu, dacă o linie bifilară de 300 Ω , cu lungimea [electrică] λ/2, este conectată la un dipol de 75 Ω , la intrarea în linie impedanţa este 75 Ω .

Folosirea liniei în λ/2 în benzile joase este posibilă şi când antena este aproape, prin dispunerea şerpuită a liniei paralele sau în „colac" a coaxialului. În benzile înalte linia în λ/2 poate fi prea scurtă (3,6 m de coaxial în 28 MHz) şi în acest caz se adaugă încă o bucată de linie în λ/2 [linia va avea lungimea λ, sau 3λ/2, 4λ/2 etc, fără întreruperi].

Pentru a calcula lungimea fizică de λ/2, se înmulţeşte lungimea electrică de λ/2 cu coeficientul de scurtare. Majoritatea cablelor coaxiale au coeficientul de scurtare K=0,66 (Fig. 82).

Cu ajutorul liniei în λ/2 [sau λ, 3λ/2, etc.] impedanţa „dificilă" a antenei este adusă la transmatch, care o poate transforma în impedanţa dorită de emiţător. Pierderile pe linie depind de construcţia ei. Majoritatea cablelor coaxiale au pierderi de 0,6 dB la 30 m lungime, la 10 MHz, şi 1,2 dB la 30 MHz. Linia bifilară de 300 Ω şi mai ales linia bifilară cu aer [scăriţă] au pierderi mai mici decât coaxialul. În Fig. 83 se compară pierderile unei linii lungi de 91,4 m, de 3 tipuri diferite, la 10 MHz.

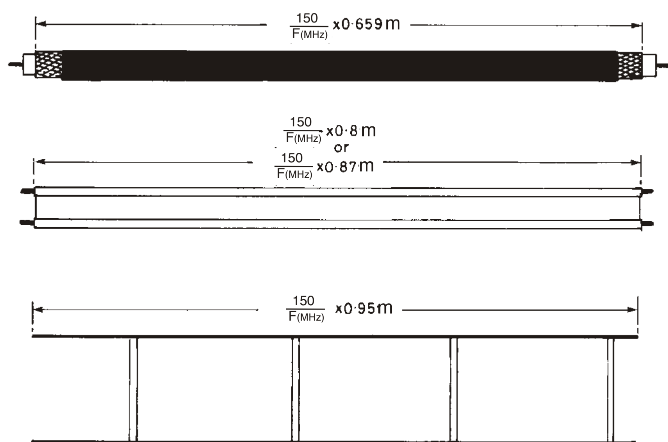


Fig. 82. Calcularea lungimii fizice a liniei în λ/2. Linia bifilară de 300 Ω de tip vechi are K=0,8 iar cea de tip nou, cu fante, are K=0,87.

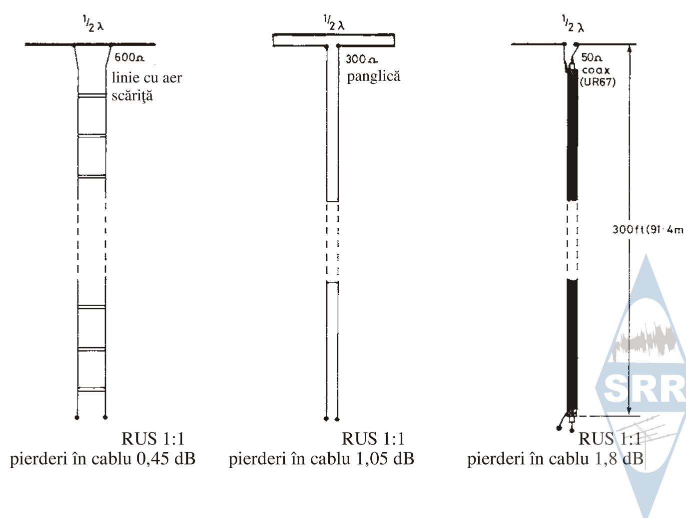


Fig. 83. Pierderile în trei tipuri de fideri care alimentează dipoli în λ/2. RUS este 1:1 în toate cazurile. Frecvenţa este 10 MHz. La frecvenţe mai mari pierderile cresc.

Pierderile în orice coaxial cresc cu „vârsta" lui şi cu expunerea la intemperii şi soare. Pătrunderea apei la tresă măreşte mult pierderile.

7.3. Raportul de unde staţionare.

Cu ceva timp în urmă, când emiţătoarele aveau etaje finale cu lămpi, se dădea puţină atenţie raportului de unde staţionare din fider. Emiţătorul, transmatchul şi antena erau reglate să dea maxim de putere în antenă şi neadaptările impedanţelor erau ignorate, dacă nu erau foarte mari. Neadaptările însemnau că lămpile nu lucrau pe sarcina optimă, situaţie dificilă pentru ele, dar distructivă pentru etajele finale cu tranzistoare.

Majoritatea echipamentelor comerciale au în prezent etaje finale cu tranzistoare prevăzute cu circuite de protecţie, care reduc puterea dacă impedanţa de sarcină nu este corectă, prevenind distrugerea unor piese scumpe. Pentru măsurarea şi eliminarea neadaptării se folosesc reflectometre la ieşirea din transceivere. În Fig. 84 a se dă schema de conectare a reflectometrului în fiderul de joasă impedanţă. Reflectometrul trebuie să aibă aceeaşi impedanţă cu fiderul, de obicei 50 Ω.

Dacă este nevoie de un filtru „trece jos" pentru limitarea radiaţiei armonicilor emiţătorului, el se plasează între emiţător şi reflectometru.

Foarte puţine antene sunt perfect adaptate cu fiderul coaxial de 50 Ω, deci în general există neadaptare, care produce unde staţionare, care dau la capătul dinspre emiţător o impedanţă diferită de 50 Ω. Aceasta determină circuitul de protecţie să reducă puterea, iar dacă circuitul nu există, etajul final se supraîncălzeşte. Aranjamentul este acceptabil numai pentru lucrul în portabil cu putere mică sau în situaţii de urgenţă.

Fig. 84b dă un aranjament mult mai bun pentru adaptarea antenei cu emiţătorul. Transmatch-ul se foloseşte pentru a adapta impedanţa prezentată de fider, sau de antena filară alimentată la un capăt, cu impedanţa de 50 Ω cerută de transceiver. Pierderea introdusă de transmatch este neglijabilă dacă este bine proiectat, altfel el poate avea şi pierderi mari.

Un reflectometru măsoară curentul direct (spre antenă) şi curentul reflectat de la antenă [produs de neadaptare].

Raportul lor se numeşte „raport de undă staţionară" RUS.

Dacă un fider cu impedanţa caracteristică de 50 Ω se conectează la o antenă cu impedanţa de 100 Ω sau 25 Ω, RUS rezultă 2:1, dar nu arată ce impedanţă are antena (100 Ω - sau

(a)
filtru trece jos (la nevoie!)
spre antenă
reflectometru
TRANSCEIVER
coax
coax

sau antenă lungă filară
filtru trece jos (la nevoie!)
(b)
spre antenă
Transmatch
reflectometru
TRANCEIVER
coax
coax

Fig. 84 (a). Transceiverul este conectat la fiderul antenei prin reflectometru. Aranjamentul nu se recomandă. (b) Acest aranjament foloseşte un transmatch între reflectometru şi antenă. Dacă transmatch-ul are o schemă tip „trece sus" se va folosi un filtru TVI la ieşirea din transceiver.

25 Ω) ci numai gradul de neadaptare. Un RUS - 2:1 nu este prea mare, dacă pierderile fiderului sunt mici. Pierderile normale ale fiderului cresc cu RUS. Astfel, la RUS = 2:1 ele trebuie înmulţite cu 1,25. De exemplu, la 10 MHz un coaxial lung de 91,5 m, cu pierderi normale de 1,8 dB va avea pierderi de 2,25dB la RUS = 2:1, şi 3,6dB la RUS = 3,7:1.

Pierderi de 1 dB sunt nesemnificative. Urechea umană nu sesizează creşterea sau scăderea unui semnal dacă este mai mică de 1 dB. Chiar şi o scădere de 3 dB (jumătate din putere) este abia jumătate dintr-un grad „S".

La RUS = 2:1 pierderea este de 1,3 dB pe o linie bifilară de 300 Ω lungă de 91,5 m, cu plastic, şi de numai 0,56 dB pe o linie bifilară cu aer [scăriţă], la 10 MHz.

Indicaţiile reflectometrului nu spun nimic despre partea reactivă a impedanţei şi deci sunt utile în acest sens numai când sarcina este pur rezistivă, fără componentă reactivă. O sarcină reactivă poate provoca autooscilaţia etajului final şi alte probleme.

Situaţia este alarmantă numai când RUS depăşeşte valoarea 3,5:1 şi trebuie luate măsuri de îmbunătăţire a adaptării. Majoritatea transceiverelor actuale îşi reduc substanţial puterea când RUS are această valoare.

7.4. Indicarea RUS

Există foarte multe reflectometre comerciale, pentru o gamă largă de frecvenţe şi puteri. Multe construcţii de amator se găsesc în cărţi şi reviste, în general pentru impedanţe de 50 şi 75 Ω.

În Fig. 85 se dă un dispozitiv simplu care indică RUS de-a lungul unei linii bifilare. Această idee veche a fost utilizată cu succes în trecut de autor. O pereche de beculeţe de 60mA sunt conectate „spate la spate" şi dau o indicaţie brută asupra RUS din linie. Dacă se reglează puterea emiţătorului astfel ca beculeţul dinspre emiţător să lumineze normal, iar celălalt beculeţ se aprinde slab sau deloc, RUS este sub 2:1. La puteri mici bucla este lungă de cca 30 cm iar la 50-100 W - doar câţiva centimetri. Pentru linia bifilară cu aer [scăriţă] dispozitivul se fixează pe o placă de plexiglas lată cât distanţa dintre fire.

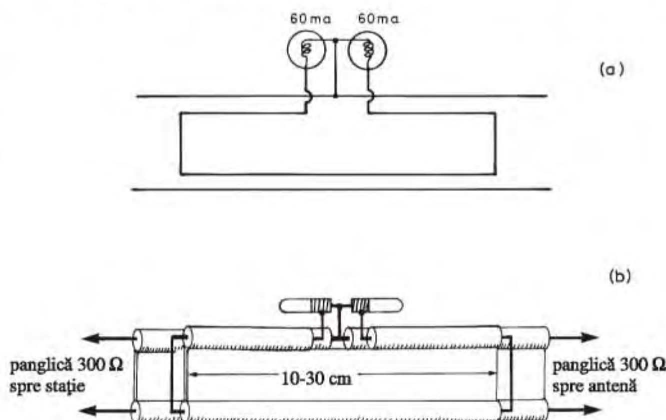


Fig. 85. O metodă simplă de apreciere a RUS pe o linie bifilară. Bucla cu beculeţe se fixează alături de linia de 300 Ω. Când arde doar beculeţul dinspre emiţător, RUS este sub 2:1.

7.5. Sisteme de adaptare de modă veche.

Cu peste 50 de ani în urmă adaptarea cu antena se făcea direct, fără transmatch. În Fig. 86a se vede o schemă tipică de etaj final cu o singură lampă, cu circuit acordat în anod. Antena monofilară se conecta la una din prizele bobinei, printr-un condensator serie Cb. Acesta avea doar rolul de a izola antena de tensiunea anodică (care avea 500-2000V). În serie cu antena era un ampermetru de RF termic sau cu termocuplu, pentru alegerea prizei pe bobină. Chiar şi o antenă cu impedanţă mare, care are tensiune mare de alimentare la capătul dinspre emiţător, are un curent indicat de instrument.

Un etaj tipic în contratimp (Fig. 86b) alimenta antena printr-o linie bifilară care se comută simetric pe prizele bobinei, faţă de mijlocul ei. O antenă simetrică şi un fider simetric [bifilar] prezenta curenţi egali în conductoarele fiderului. Aceste scheme simple nu reduc radiaţia armonicilor şi a semnalelor parazite. Un condensator de blocare (Cb) străpuns făcea ca antena să prezinte pericol de moarte la atingere.

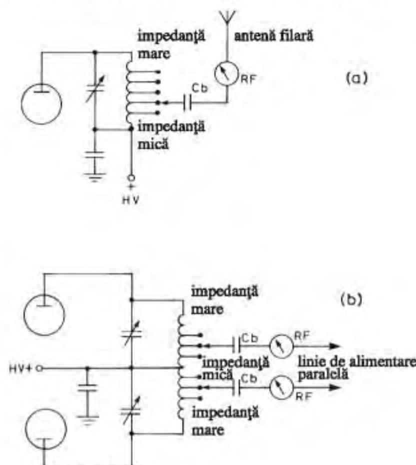


Fig. 86. Etaj final simplu (a) şi în contratimp (b) cu lămpi de pe timpuri, la care antena se adapta direct. Condensatoarele de blocare Cb erau vitale pentru protecţie, ele izolând antena de tensiunea anodică mare.

7.6. Transmatch-ul cu circuit acordat paralel.

Acest transmatch este asemănător cu circuitul anodic deja descris (Fig. 87 a). Deşi este simplu, el este eficient şi adaptează multe antene sau fideri monofilari, de impedanţe diferite.

Un transmatch nu trebuie să aibe Q mare, căci acordul lui ar fi foarte critic [ascuţit], ca şi transferul energiei. Un Q între 10 şi 12 este ideal, şi pentru aceasta condensatorul de acord C şi inductanţa L1 trebuie să aibe reactanţe de cca 500 Ω la frecvenţa de lucru. Chiar şi atunci, o antenă cu impedanţă mare este dificil de adaptat şi este nevoie de o mărire a factorului Q, ceea ce înseamnă mărirea inductanţei L şi micşorarea condensatorului C. O regulă aproximativă este ca C să aibe cam 1pF pentru fiecare metru al lungimii de undă. Aceasta înseamnă, de exemplu, 40 pF şi 12 mH pentru transmatch-iul în banda de 40 m. Valorile recomandate pentru 7 benzi de radioamatori, cu reactanţe de 500 Ω , sunt:

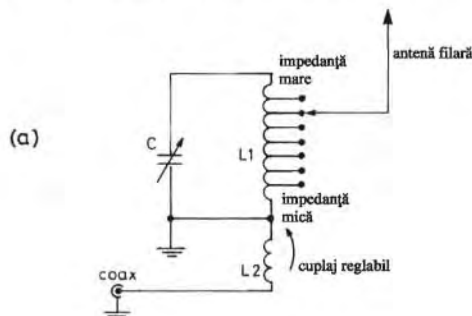
Banda (MHz)	C(pF)	L(mH)
1,8	180	40
3,5	90	22
7	45	12
10	33	8
14	20	6
21	16	4,5
28	11	3

La puterea de 100W, C trebuie să aibe distanţa între plăci de 1,5 mm sau mai mult. Bobina de cuplaj L2 are una sau două spire şi poate fi fixată la o distanţă variabilă faţă de L1, la capătul ei „rece" [legat la pământ]. Coaxialul de la L2 merge la emiţător, trecând printr-un RUS-metru Prin acordarea condensatorului mutarea prizelor antenei pe L1 şi schimbarea cuplajului dintre L2 şi L1 se găseşte RUS minim. Pentru lucrul pe mai multe benzi L1-L2 se fac separat pe fiece bandă, interschimbabile, cu conductor gros sau ţeavă de cupru. Bobina de cuplaj are acelaşi număr de spire.

7.7. Un transmatch pentru fideri bifilari.

O variantă a schemei anterioare, aranjată astfel ca să permită adaptarea unei linii bifilare, se dă în Fig. 87b.

Transmatch-ul din Fig. 87b poate adapta impedanţe medii şi mari. Condensatorul variabil C1 are două statoare, deci, două condensatoare variabile legate în serie, iar rotorul dublu trebuie legat la pământ, deşi în schemă nu se precizează.



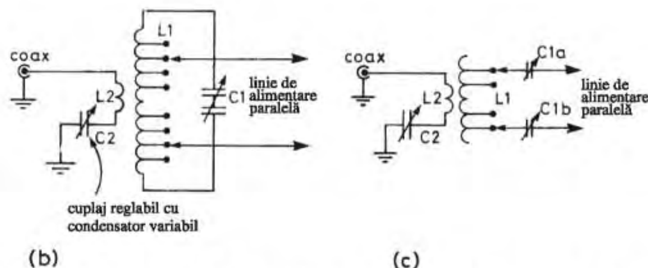


Fig. 87 (a). Transmatch-ul „circuit oscilant paralel" adaptează o gamă foarte largă de impedanţe ale antenelor, dar are probleme cu impedanţele mici. Condensatorul C trebuie să fie pentru tensiuni RF mari, cu distanţă mare între plăci. (b) Un transmatch cu circuit oscilant „paralel" potrivit pentru adaptarea liniilor paralele „acordate" care prezintă impedanţe de intrare de valori medii şi mari. Bobina de cuplaj este fixă şi gradul de cuplaj se reglează cu C2. (c) Acest transmatch cu circuit oscilant „serie" foloseşte doi condensatori variabili separaţi C1a şi C1b, comandaţi de un singur buton, şi poate adapta uşor impedanţe mici. Bobina de cuplaj este ca la varianta (b).

Centrul bobinei L1 se află [ca şi rotorul condensatorului C1] la tensiune RF zero, deci în acest loc se montează bobina de cuplaj L2, L1.

În Fig. 87c se dă o variantă a acestui transmatch, destinată adaptării impedanţelor mici. O impedanţă mică se poate adapta mai bine folosind circuitul oscilant serie.
[Circuitul serie este format din L1 şi C1. Pentru păstrarea simetriei, C1 nu se plasează de o singură parte a bobinei L1, ci este format din C1a şi C1b]. Mijlocul bobinei L1 nu se leagă la pământ.

7.7.1. Variaţia cuplajului cu ajutorul condensatorului.

Schemele din Fig. 87b şi c au în serie cu bobina L2 de cuplaj, condensatorul variabil C2. El este mai uşor de reglat decât deplasarea bobinei L2 din Fig. 87a, pentru ajustarea cuplajului. Valorile L2 şi C2 depind de frecvenţa minimă de lucru şi impedanţa caracteristică a coaxialului care vine de la emiţător. Circuitul L2 -C2 trebuie să rezoneze pe această frecvenţă. C2 are cca 1000 pF la 3,5 MHz când coaxialul are 50 Ω, reactanţa lui L2 fiind egală cu 50 Ω. Pentru diferite benzi, C2 are aproximativ valorile: 1,8 MHz - 1800 pF; 7 MHz - 500 pF, 10 MHz - 350 pF; 14 MHz - 220 pF; 21 MHz - 150 pF; 28 MHz - 130 pF. Spre frecvenţele joase (3,5 şi 1,8 MHz) bobina L2 este mai mare iar C2 poate fi 2x500 sau 3x500 pF din aparatele de radio, care merge şi la frecvenţe înalte.

7.8. Transmatch cu „priză" pe condensator.

Acest transmatch simplu a fost folosit de autor timp de câţiva ani când folosea doar o antenă cu fider monofilar.El este similar cu cel din Fig. 87a, dar în loc de prize pe bobină există o „priză" care se plimbă prin variaţia valorii condensatoarelor C1 şi C2. În acelaşi timp C1 şi C2 aduc circuitul la rezonanţă (Fig. 88a). Dacă impedanţa antenei este mare, pentru

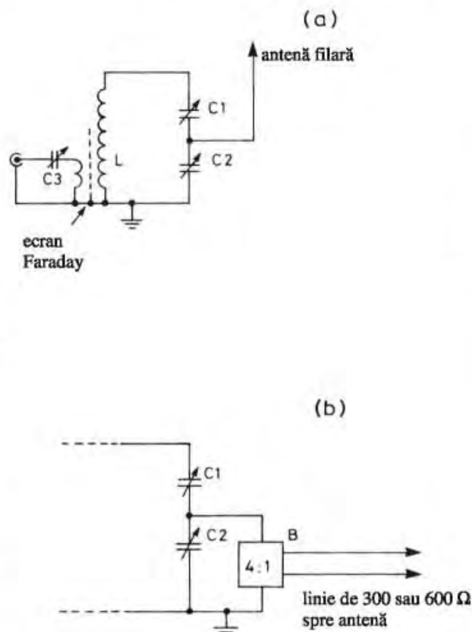


Fig. 88 (a). **Transmatch-ul cu priză capacitivă poate adapta o gamă largă de impedanţe, variind raportul C1/C2. Bobina de cuplaj are un ecran Faraday, ca în Fig. 77b. (b) La ieşirea transmatch-ului se poate conecta un balun 4:1, care alimentează un fider simetric, dar numai dacă pe fider nu există undă staţionară. Pe fideri „acordaţi" [care lucrează cu undă staţionară] nu se foloseşte balun.**

adaptare C1 trebuie să aibe capacitate mare iar C2 - mică [astfel priza dintre ele se află aproape de capătul superior al circuitului oscilant]. Dacă impedanţa antenei este mică, C2 trebuie să fie mare iar C1 - mic. Regula privind factorul de calitate se aplică şi aici, deci se folosesc două condensatoare variabile de minim 500 pF, iar distanţa între plăci poate fi mai mică, ele fiind în serie.

În Fig. 88b, un fider bifilar, simetric, fără undă staţionară [deci adaptat cu antena], de 300 Ω sau 600 Ω, se cuplează la ieşirea nesimetrică a transmaciului, printr-un balun 1:1 sau 4:1. Balunul nu se va folosi în nici un caz dacă fiderul este „acordat" [lucrează intenţionat cu undă staţionară], deoarece reactanţa prezentată de fider produce încălzirea balunului şi pierderi mari de putere, şi chiar distrugerea lui.

Ecranarea electrostatică [Faraday] a bobinei de cuplaj înlătură cuplajul capacitiv între circuite. Schema potrivită în acest scop se dă în Cap. 6 Fig. 77.

7.9. Transmatch-uri cu schemă tip L şi Π.

Transmatch-ul din Fig. 89a este probabil cel mai simplu dintre cele multiband. Schema este în L iar la conectarea lui C1 devine în Π, sau Collins. Nici nu este nevoie de comutatorul SW, deoarece C1 poate fi „scos" din circuit punându-l la capacitate minimă. Transmatch-ul poate adapta o gamă largă de impedanţe la 50 Ω.

Bobina poate avea prize sau poate fi „cu rolă". Dacă antena are impedanţă mică, C1 are capacitatea mai mare decât C2, iar dacă are impedanţa mică - invers. Deoarece unul dintre condensatori are capacitate mare, armonicile sunt atenuate, circuitul fiind un filtru „trece jos".

Transmatch-ul din Fig. 89a nu are bobină de cuplaj şi este uşor de reglat. Totuşi el nu acoperă o gamă atât de largă ca alte scheme, mai sofisticate. Valorile pieselor pentru gama 3,5 - 28 MHz sunt:

L = 15 mH (20 spire de conductor ϕ2 mm, diametrul 76 mm, lungimea bobinajului 95 mm. 10 spire sunt mai rare, la 6 mm distanţă, şi 10 mai dese, la 3 mm. Prizele se fac din două în două spire.

C1 = 350 pF, din radiourile vechi cu lămpi.

C2 = 200 pF, cu plăci distanţate, pentru tensiuni înalte.

Bobina poate fi pe carcasă sau „în aer". Dacă diametrul ei este 51mm, va avea 38 spire din conductor ϕ1,3mm.

7.10. Transmatch-ul cu schemă în T

Transmatch-ul în T (Fig. 89 (b)) are o bobină în paralel cu intrarea şi ieşirea prin intermediul celor două condensatoare variabile C1 şi C2. El se foloseşte la adaptarea unor impedanţe mici (10-50 Ω) cu coaxialul de 50 Ω care merge la emiţător. Tensiunile care apar pe C1 şi C2 nu sunt mari şi nu trebuie să aibe distanţe mari între plăci. Bobina poate avea prize, pentru lucrul multiband, şi nu există bobină de cuplaj.

Din păcate acest tip de circuit este „trece sus" şi nu atenuează armonicile. Totuşi el este util când există la ieşirea emiţătorului un filtru trece-jos bun. Valorile tipice ale pieselor sunt:

L = 22 spire, conductor CuE ϕ 1,6mm, diametrul 40 mm, spiră lângă spiră. Prizele sunt scoase astfel:

a = 8 spire (7-10 MHz)
b = 5 spire (14 MHz)
c = 5 spire (18-21 MHz)
d = 3 spire (24-28 MHz)
e = fără priză - toată bobina lucrează în 3,5 MHz.

C1 şi C2 sunt de 160 pF, din aparatele de radio.

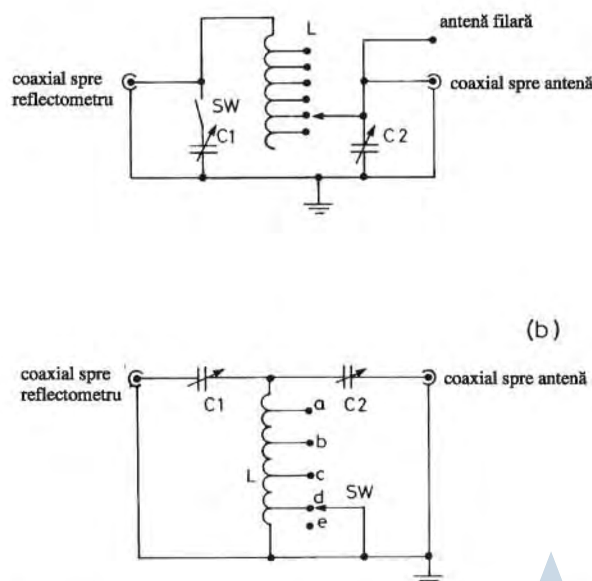


Fig. 89 (a). Transmatch cu schemă L sau Π, fără bobină de cuplaj. Bobina cu prize acoperă o gamă largă de frecvenţe. (b) Un transmatch simplu în T. Din păcate el nu elimină armonicile. Construcţia se complică deoarece C1 şi C2 au şi rotorul şi statorul izolat de masă.

7.11. Transmatch-ul „Z" modificat

Schema originală „Z-match" (adaptor de impedanţe) a fost descrisă în revista QST din martie 1948 de W1CJL. Articolele ulterioare reiau schema, propunându-şi cuplarea ei la circuitul anodic al etajului final, care are impedanţă mare.

Louis Varney G5RV a publicat în revista „Radio Communication" nr. 10/1985 o variantă foarte reuşită, care conectează Z-match-ul la ieşirea de 50 Ω a emiţătorului, cu ajutorul unui condensator variabil. (Fig. 90). Cuplarea se face

pe prizele T1 sau T2 ale bobinelor L1 şi L2. Condensatorul C2 împreună cu porţiunea din L1 sau L2 formează un circuit serie care prezintă o impedanţă de 50 Ω pură (nereactivă) spre emiţător, când acordul este corect.

Z-matchul foloseşte circuitul oscilant special „multiband" [cu două bobine şi condensator variabil dublu] care acoperă gama 3,5-30 MHz fără comutare. Bobina L2 are inductanţă mică, neglijabilă la frecvenţe joase, deci C1a şi C1b apar în paralel pe L1 între 3,5-10 MHz. Între 14-28 MHz, L1 având inductanţă mare, se comportă ca un şoc RF, care are o mică influenţă, şi contează mai mult bobina L2. La aceste frecvenţe L2 lucrează cu C1a şi C1b legaţi în serie.

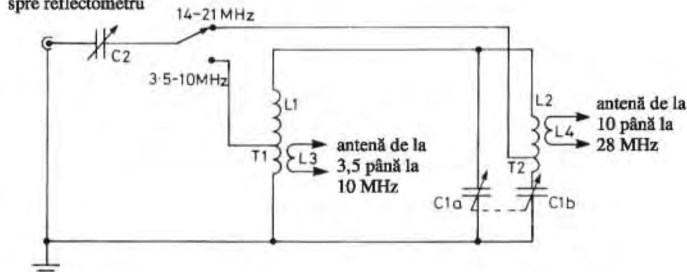


Fig. 90. Z-match-ul în varianta lui G5RV este potrivit pentru ambele tipuri de fideri: acordaţi şi neacordaţi (cu undă progresivă). El acoperă gama 3,5-30 MHz fără comutări.

Bobinele de cuplaj L3-L4 sunt cuplate strâns cu L1 şi L2, practic fiind bobinate deasupra lor. Fiderul se conectează la L3 sau L4, în funcţie de bandă, cu ajutorul unui comutator care nu este figurat. Transmatch-ul poate fi prevăzut şi cu mufă pentru fider coaxial, şi comutarea emiţătorului pe o sarcină artificială sau direct la antenă. Pe coaxialul dintre emiţător şi transmatch se intercalează un RUS-metru, pentru acordul transmatch-ului. Cu C1a - C1b în poziţia mijlocie, se reglează C2 pentru RUS minim. Se modifică câte puţin valoarea lui C1a - C1b, căutând cu C2 un RUS cât mai mic. Se notează poziţiile condensatoarelor într-un tabel, pentru fiecare bandă.

Autorul a constatat că Z-matchul nu poate adapta orice valori de impedanţe, şi cu unele antene RUS nu este destul de mic într-o bandă sau mai multe benzi. Totuşi Z-match-ul nu necesită comutarea bobinelor pe o plajă de 8:1 a frecvenţelor.

Valorile pieselor, recomandate de G5RV sunt:

L1: 10 spire, diametrul 40mm, conductor ϕ2mm, spiră lângă spiră, CuE -

T1 are 4 spire faţă de masă.

L2: 5 spire CuE ϕ2mm, cu priza T2 la 1,5 spire faţă de centrul bobinei, în spre C1b.

L3: 8 spire CuE ϕ2mm, diametrul 50mm, deasupra capătului legat la pământ al lui L1.

L4: 3 spire CuE ϕ2mm, deasupra prizei T2 de la L2.

C1a/C1b: condensator variabil dublu, 250+250 pF.

C2: condensator variabil 500 pF tip aparat de radio.

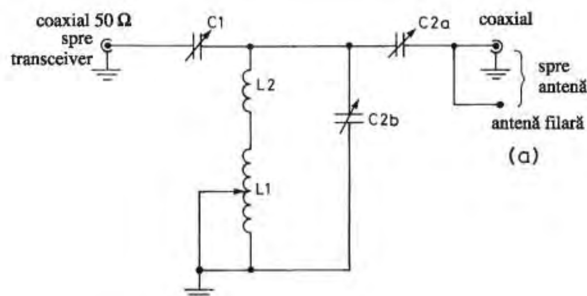
7.12. Transmatch „SPC"

Timp de mai mulţi ani, mulţi radioamatori din SUA foloseau o variantă de transmatch în T numită „ultimate transmatch". Din păcate în anumite condiţii de transformare a impedanţei el se comportă ca circuit „trece sus" şi nu elimină armonicile, ci le atenuează puţin, cu 3-6 dB. O schemă care rezolvă problema a fost concepută de W1FB. Schema se dă în Fig. 91a şi întotdeauna există o capacitate în paralel pe bobina L1+L2. O jumătate din condensatorul dublu (C2b) acordă inductanţa, iar cealaltă jumătate iese în serie spre ieşire, de unde denumirea „series-parallel-capacitance" = SPC.

Atenuarea armonicilor este bună iar banda de trecere se menţine pentru impedanţe ale antenei între 25-1000 Ω, deoarece întotdeauna există o capacitate destul de mare în paralel pe bobină. Bobina L1 este de obicei variabilă (cu rolă) iar L2 care se foloseşte spre frecvenţe mari, este „pe aer" şi stă perpendicular pe L1. Axul condensatorului variabil dublu C2a/C2b fiind conectat la capătul „cald" al bobinei, trebuie prelungit cu un ax izolant iar condensatorul se izolează bine de carcasă.

Cum se vede în Fig. 91, transmatch-ul tip SPC poate fi folosit cu fider monofilar sau coaxial (nesimetric). Când fiderul este adaptat cu antena (deci nu are undă staţionară), şi este simetric, se foloseşte un balun 1:1 sau 4:1 la ieşirea transmatch-ului. Dacă fiderul este acordat (adică lucrează cu undă staţionară, intenţionat), nu se recomandă folosirea balunului, ci folosirea Z-match-ului (Fig. 90) sau a transmacth-ului din Fig. 87 b şi c.

Un balun 1:1 are 12 spire trifilare, spiră lângă spiră, cu



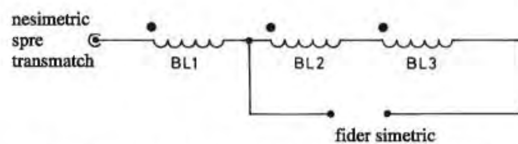


Fig. 91 (a). Transmatch-ul SPC al lui W1FB poate adapta o gamă foarte largă de impedanţe şi atenuează armonicile. Când se folosesc fideri bifilari neacordaţi (adaptaţi), este nevoie de un balun. (b) Schema balunului trifilar „cu aer", 1:1, adecvat la puteri mari. Sub 100 W se poate folosi un tor de ferită.

diametrul 25mm. Torul de ferită merge la 100 W, dar la puteri mai mari se saturează (vezi Fig. 91b pentru detalii). Bobina L1 din transmatch-ul tip SPC este variabilă, cu rolă, 25 mH cel puţin, sau bobină fixă cu prize din 2 în 2 spire: 28 spire CuE ϕ2mm, diametrul 64 mm iar lungimea 89 mm. L2 are 3 spire cu ϕ3mm sau bandă de cupru lată de 6 mm, diametrul 25 mm, lungimea 38 mm, în aer. Transmatch-ul cu aceste bobine acoperă 1,8-30 MHz. C1 are 200 pF iar C2 are 200+200 pF.

Se recomandă realizarea conexiunilor din transmatch cu benzi de cupru şi montarea izolată a lui C2 departe de carcasă, altfel nu rezonează în 28 MHz. Carcasa metalică trebuie să fie destul de mare pentru ca bobina să fie distanţată la cel puţin un diametru de pereţi. Autorul preferă bobina cu prize şi comutator, care sunt mai operative decât bobina cu rolă.

7.13. Adaptarea antenei Marconi în 1,8 MHz.

Multe transmatch-uri nu lucrează (ca SPC) sub 3,5 MHz.

În 1,8 MHz este nevoie de inductanţe şi capacităţi mari şi deseori se realizează un transmatch separat pentru această bandă. În Fig. 92a se arată cum se transformă o antenă dipol (deseori G5RV) în antenă verticală, unind capetele fiderului.

De obicei rezultă o antenă verticală cu lungimea electrică mai mică de λ/4, care prezintă reactanţa capacitivă [în afara rezistenţei de radiaţie]. Această capacitate se compensează cu o inductanţă L1, în serie. Bobina poate fi cu rolă sau cu prize. L2 este bobina de cuplaj, cu 3-6 spire din conductor izolat, bobinate peste capătul rece al bobinei L1. Pentru reglarea lui L1 se înseriază cu antena un ampermetru RF [cu termocuplu] sau chiar un beculeţ de lanternă, şi un

reflectometru pe coaxialul care merge la emiţător.

Dacă antena este mai lungă decât λ/4 (electric) în 1,8 MHz (mai lungă de 39 m) ea prezintă reactanţă inductivă, care poate fi compensată cu un condensator înseriat pe antenă (Fig. 92b). Totuşi este nevoie de L1 pentru cuplajul cu L2. Acordul se face ca şi la schema 92a.

Un transmatch mai flexibil se dă în Fig. 92c. El poate adapta aproape orice lungime de antenă, folosind bobina variabilă sau cu prize L1 şi condensatorul variabil C înspre pământ. Dacă C nu este necesar, el se scurtcircuitează cu un conductor liţat [sau comutator]. În locul bobinei de cuplaj, conectarea coaxialului se face direct la o priză a bobinei, aproape de capătul ei de jos.

După ce antena este adusă la rezonanţă cu L1 şi C (eventual fără C), se conectează coaxialul la prizele bobinei, căutând RUS minim. Valorile pieselor din Fig. 92 sunt:

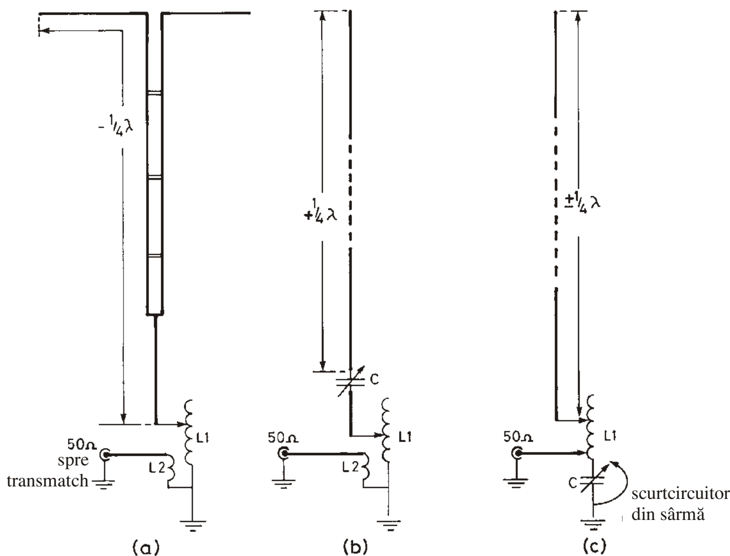


Fig. 92 (a). Antena G5RV sau alt dipol, transformată în antenă verticală încărcată cu bobină la bază. Lungimea fiderului plus o latură a dipolului este mai mică decât λ/4 în 1,8 MHz, în acest caz. (b) Dacă lungimea rezultă mai mare de λ/4, reactanţa inductivă ce o prezintă se compensează cu condensatorul serie C. Bobina L1 este necesară pentru cuplajul cu L1 (c). Această variantă de L1 şi C permite adaptarea aproape oricărei lungimi de antenă. Coaxialul de la emiţător se conectează la o priză a lui L1 care asigură RUS minim.

L1= 30 mH (20 spire conductor ϕ1,6 mm, diametrul 76 mm, lungimea 89 mm, cu prize din 2 în 2 spire.

L2: 3-6 spire din conductor izolat, deasupra capătului de jos al lui L1.

C=250 pF, variabil, din aparatele de radio.

7.14. Circuit suplimentar L-C.

Din experienţa autorului cu diverse antene şi transmatch-uri rezultă că nu există un transmatch care să adapteze 100% orice tip de antenă sau fider în toate benzile. Este neplăcut când un transmatch adaptează o antenă în 5 sau 6 benzi, şi nu adaptează un alt tip de antenă decât în 4 sau 5 benzi.

O antenă monofilară prezintă o gamă largă de impedanţe între 1,8 - 30 MHz şi este nevoie de noroc pentru a realiza adaptarea cu 50 Ω pe o gamă largă. Autorul recomandă folosirea unui circuit L-C suplimentar (Fig. 93) care compensează reactanţele de valori neobişnuite ale antenelor monofilare. Circuitul are bobina LR cu prize şi condensatorul variabil CR, cu plăci distanţate, şi se montează lângă transmatch. [sau chiar în el] Nu se folosesc comutatoare, ci 3 „jumperi" cu crocodili, pentru a realiza diverse combinaţii. Astfel se poate folosi doar CR (în serie cu antena, sau între antenă şi pământ), doar LR (la fel), sau altă combinaţie. Valorile pieselor sunt: LR = 20 mH (22 spire, conductor ϕ2 mm, diametrul 64 mm, lungimea 70 mm, prize din 2 în 2 spire.)

CR = 200pF variabil, cu distanţă mare între plăci.

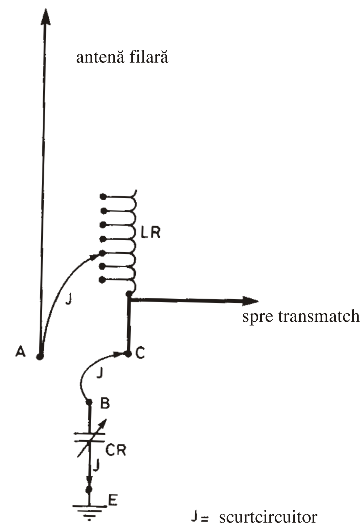


Fig. 93. Circuit suplimentar universal L-C, care se plasează între antena monofilară şi transmaci, pentru a transforma reactanţele şi impedanţele neobişnuite în valori pe care transmatch-ul le poate adapta.

7.15. Transmatch-uri comerciale

Cu 30 ani în urmă în Anglia erau doar câteva transmatch-uri de fabrică, radioamatorii fiind nevoiţi să le construiască. În present se comercializează o gamă largă de transmatch-uri, şi înaintea cumpărării trebuie să ne asigurăm că adaptează antena existentă sau viitoare. Primul criteriu este puterea care poate fi transferată de transmatch.

Multe transmatch-uri pot lucra numai cu transceiverul, la puteri până la 150 W. Dacă se foloseşte un amplificator liniar de putere, transmatch-ul trebuie să facă faţă la puteri de 500-2000 W la vârfuri. Distanţa dintre plăcile condensatorului variabil devine factorul cel mai important.

Tensiunile mari de lucru ale componentelor fac ca transmatch-ul să fie scump.

Altă calitate importantă, trecută cu vederea deseori în prospecte, este plaja de impedanţe adaptate. Multe transmatch-uri comerciale adaptează o gamă restrânsă de impedanţe şi au impedanţa de intrare (a antenei) între 25-100 Ω, necorespunzătoare pentru antene alimentate la capăt, care în unele benzi au impedanţa de 100 Ω şi mai mult. Un transmatch bun (ca cel cu schemă SPC) adaptează o gamă foarte largă de impedanţe, dar unele variante mai mici adaptează impedanţe de antene (sau fideri) de maxim 500 Ω.

Multe transmatch-uri comerciale sunt prevăzute cu ieşiri pentru fider coaxial, fider bifilar (prin balun) fără undă staţionară şi antene filare alimentate la capăt, ieşire pentru conectarea unei sarcini artificiale şi chiar reflectometru încorporat. Modelele mai scumpe indică chiar puterea, în câteva trepte, între 1 W şi 2 kW!

Transmatch-urile automate devin tot mai populare, dar multe dintre ele pot adapta o gamă îngustă de impedanţe.

7.16. Alte consideraţii.

Indiferent ce tip de transmatch se foloseşte, carcasa lui trebuie să fie punctul de împământare al staţiei, pentru toate

echipamentele. Transmatch-ul construit de radioamator poate să nu fie complet ecranat, şasiul şi panoul din tablă fiind suficient.

Se vor evita carcasele metalice mici, unde bobinele nu au destul spaţiu în jur, iar conductoarele de legătură trebuie să fie groase. Bobinele se realizează cu conductor ϕ 2 mm cel puţin.

Mulţi radioamatori au avut parte de descărcări electrice în condensatorii variabili din transmatch, mai ales în SSB, la semnale de vârf. Cauza este distanţa prea mică între plăci sau factorul de calitate prea mare al circuitului, care nici nu permite un transfer optim al puterii spre antenă.

Încălzirea bobinei este un semnal de alarmă că raportul L/C (adică Q) nu este corect. Un transmatch bun şi eficient nu are niciodată bobina caldă, transferul energiei fiind total.

Pierderi de 3 dB în transmatch înseamnă jumătate din putere, ceea ce este foarte mult.

7.17. Probleme diverse

7.17.1. Bobine şi conductoare

Proiectarea bobinelor de anumite valori ale inductanţei este complicată. În Tabelul 12 se dau datele înfăşurărilor pentru 4 valori ale inductanţei.

Tabelul 12. datele bobinelor pentru 4 valori ale inductanţei.

Inductanţa [mH]	ϕmm	Diametrul	Lungimea	Nr. de spire
40	1,3	63,5mm	50,1mm	28
40	2	63,5	108	34
20	1,3	63,5	31,7	17
20	2	63,5	70	22
8,6	1,63	50,1	50,1	16
8,6	2	63,5	76,2	15
4,5	1,63	50,1	31,7	10
4,5	2	63,5	101,6	12

Conductorul emailat, bobinat spiră lângă spiră pe o lungime de 1 inch (25,4 mm), dă următorul număr de spire. ϕ 1,3 - 19,7 spire; ϕ 1,63 - 14,8 spire; ϕ 2 -12,1 spire.

Diametrul conductoarelor au următoarele „numere" de calibrare în Anglia (SWG) şi echivalente în SUA (AWG):

ϕ 1,22 mm = 18SWG » 16AWG
ϕ 1,628 mm = 16SWG » 14AWG
ϕ 2,03 mm = 14SWG » 12AWG

7.17.2. Ţevi de cupru

Deseori este avantajoasă folosirea conductoarelor foarte groase din cupru la realizarea bobinelor. Un exemplu este bobina de "alungire" a antenei. În Cap. 1 (paragraful "Dipoli scurtaţi la jumătate" şi Fig. 14) se recomandă folosirea conductorului gros sau ţevi pentru realizarea bobinelor.

Ţeava potrivită este din cupru ϕ 5 mm folosită la motoare, nealiată cu alt metal.

După realizarea bobinei ea trebuie dată cu o vopsea bună de poliuretan, pentru a preveni oxidarea, mai ales în aer liber.

7.17.3. Izolatorii

Materialul izolant pe care se realizează bobina din Fig. 14 poate fi sticla Pyrex sau plasticul numit "Delrin", care are excelente proprietăţi la RF şi mecanice. Varianta "Delrin/acetal" negru este mai rezistentă la ultraviolete, decât cel alb.

7.17.5. Corzi, funii şi ancore

Deseori se foloseşte o găleată veche umplută cu pietre drept greutate pentru întinderea antenei. Când scripetele este fixat de un copac sau o creangă, greutatea va oscila în sus şi în jos datorită vântului şi nu va exista tensiune suplimentară, mecanică, în antenă. În locul găleţii se pot folosi bidoane de plastic umplute cu apă destulă pentru a ţine antena întinsă. Ele rezistă câţiva ani la ultraviolete şi geruri. Se recomandă culoarea verde, care este camuflată de vegetaţie.

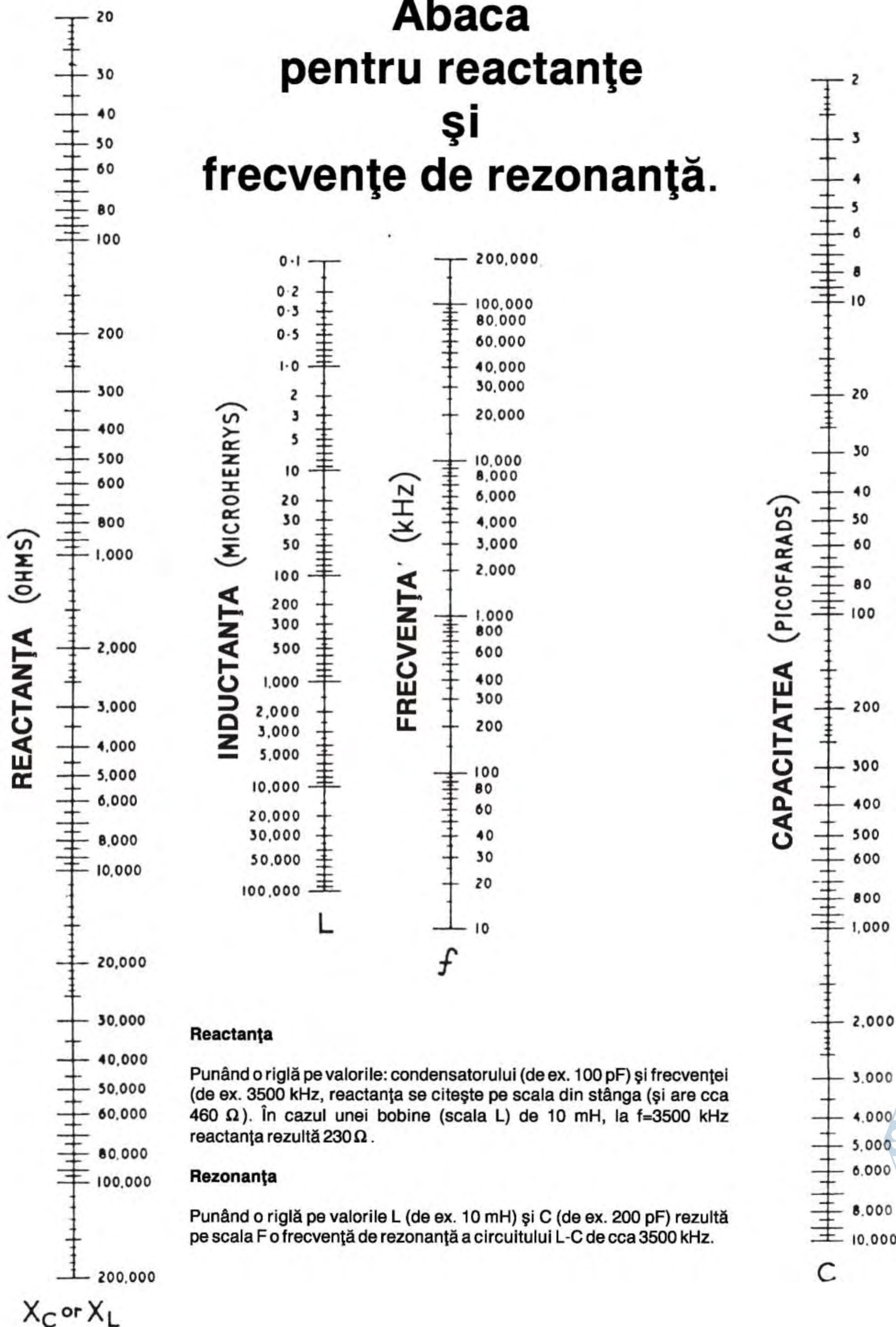
Ca ancore şi prelungiri ale antenelor se pot folosi sfori, şnururi sau corzi moderne din plastic.

Când se ridică un pilon nou este bine să se prevadă doi scripeţi şi două funii [sfori de ridicare pe scripeţi]. Dacă o funie se rupe, se foloseşte rezerva, căci pilonul nu poate fi dat jos pe orice vreme.

Funiile şi şnururile se vopsesc în negru sau altă culoare închisă cu câteva zile înaintea instalării, pentru a fi protejate de soare. Dacă e posibil se vor procura sfori gata colorate în culori închise, nu albe, care sar în ochi şi strică peisajul vecinilor.



Abaca pentru reactanţe şi frecvenţe de rezonanţă.



Reactanţa

Punând o riglă pe valorile: condensatorului (de ex. 100 pF) şi frecvenţei (de ex. 3500 kHz, reactanţa se citeşte pe scala din stânga (şi are cca 460 Ω). În cazul unei bobine (scala L) de 10 mH, la f=3500 kHz reactanţa rezultă 230 Ω .

Rezonanţa

Punând o riglă pe valorile L (de ex. 10 mH) şi C (de ex. 200 pF) rezultă pe scala F o frecvenţă de rezonanţă a circuitului L-C de cca 3500 kHz.

Fig. 94. Abaca pentru reactanţe şi rezonanţe.

Antenele filare oferă una din cele mai avantajoase rapoarte preț-eficiență pentru a obține un semnal bun pe unde scurte, iar cartea se vrea un ghid pentru fiecare care doreşte o realizarea practică, în funcție de bugetul disponibil. Sunt prezentate multe variante, de la dipolul simplu la sisteme cu mai multe fire - chiar una care se poate monta sub pământ! Se prezintă detaliile de construcție, modul de alimentare şi adaptare, inclusiv unele secrete ale amplasări în mediu a antenei, ceea ce face ca realizarea practică să fie uşoară şi cu rezultate bune. Teoria este la minim, autorul prezentând mai cu seamă comentarii din practica proprie, oferind soluții la "cheie", lucru apreciat de începători, cât şi de cei cu state vechi. Se recomandă tuturor acelora care vor să-şi ridice o antenă făcută în regim propriu.





ISBN - 973-95041-5-9